

LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU CONTROL DE CALIDAD

III. Hilandería

Fidel Eduardo
Lockuán Lavado



LA INDUSTRIA TEXTIL
Y SU CONTROL DE CALIDAD

Hilandería

por

Fidel Eduardo Lockuán Lavado

Versión 0.1 (octubre de 2012)

Nota del autor:

Si vas a imprimir esta obra, no te olvides de esta hoja, pues es la que permite que más gente pueda darle uso.

INTRODUCCIÓN

Parece ser que hoy en día, lo único que avanza es la tecnología.

Anónimo

Esta serie de siete libros es el compendio de tomar notas durante tres años como estudiante, catorce como trabajador de fábrica y cuatro como técnico docente. En este lapso de tiempo noté la conveniencia de que todos los estudiantes (y los que ya no lo eran) pudieran tener la misma información textil básica, pero mucha de ésta se encontraba dispersa en múltiples documentos y en algunos casos, en inglés, restringiendo el acceso a su valioso contenido.

Los conceptos y principios generales casi siempre son los mismos, así que no los estoy descubriendo, solo ayudo en darlos a conocer, porque si el conocimiento no se comparte, entonces se pierde.

Quiero que esta obra sea de distribución gratuita y libre, con licencia *copyleft*. Te cedo el derecho de reproducirla y copiarla, con la única prohibición de darle un uso comercial (no la vendas), pues el afán lucrativo siempre ha impedido el verdadero *desarrollo*.

Por último, pido disculpas por el contenido incompleto, errores y omisiones.

El autor

Contenido

LA HILATURA



Fig. 1

Desde el punto de vista tecnológico, la hilatura tiene por objeto la formación de un hilo de sección lo más circular posible, formado por una masa compacta de fibras de longitud limitada, colocadas más o menos paralelamente entre sí y ligadas por medio de la torsión.

Se pueden seguir dos procedimientos: la **hilatura manual**, con el huso, la rueca, bergadana y la *spinning Jenny*; y la **hilatura mecánica**, con la *mule-Jenny*, selfactina, continuas de hilar y máquinas más modernas.

HILATURA MANUAL

Desde la más remota antigüedad y hasta hace poco, la hilatura ha sido ejecutada a mano, por medio de husos y canillas. La hiladora estiraba de una mano una pequeña cantidad de fibras de la canilla, constituida por un simple bastón vertical, sobre la cual la materia se adhería, mientras que con la otra mano, ella hacía girar el huso de madera o metal que sostenía el hilo. Después de dar torsión a 1 metro de hilo aproximadamente, lo enrollaba alrededor del huso. Este método era extremadamente lento.

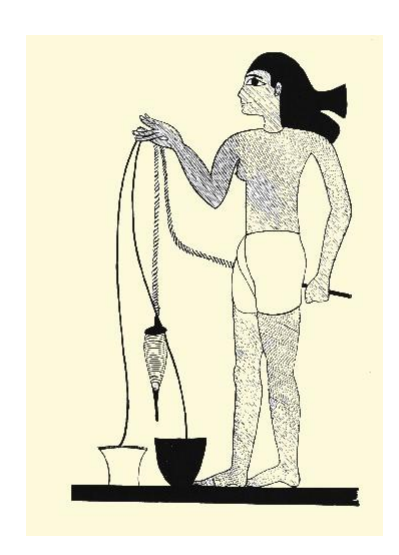


Fig. 2 Mujer egipcia hilando

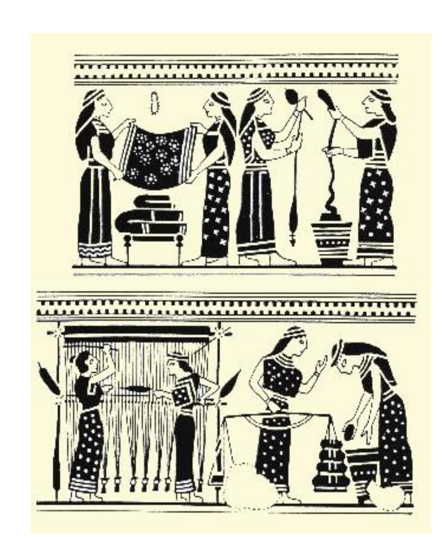


Fig. 3 Decoración de una jarra de aceite ateniense del 560 AC donde se muestran mujeres hilando y tejiendo



Fig. 4 Ilustración de una mujer tibetana hilando lana (1905)



Fig. 5 La Reina Berta de Francia instruyendo a las niñas a hilar estopas de lino



Fig. 6 The Spinner (La hilandera) por William-Adolphe



Fig. 7 Isabel de Hungría, santa de la Iglesia Católica, empleando una rueca a pedal

La invención de la rueca para hilar hacia 1530 constituyó un progreso remarcable ya que permitía producir de manera constante grandes longitudes de hilo.

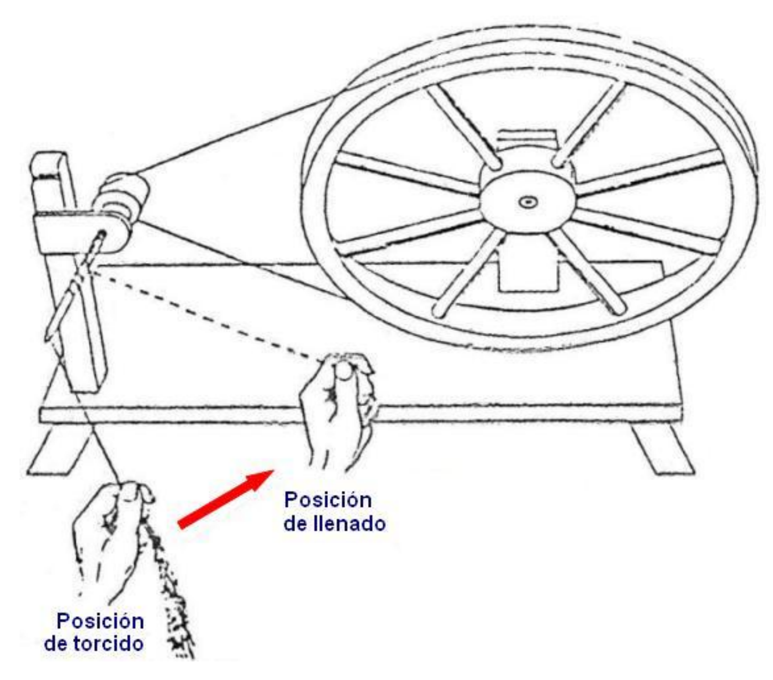


Fig. 8 Rueca manual



Fig. 9 Mujer noruega hilando, empleando el mismo método de siglos pasados



Fig. 10 Anciana irlandesa con rueca a pedal




Fig. 11 Un charkha hindú en pleno trabajo


Fig. 12 ¿Falta decir quién es?

La rueca fue usada como arma de liberación

La independencia económica de la India fue el punto culminante del movimiento *swaraj* ("autogobierno", en sánscrito) de Gandhi, que implicaba un boicoteo a los productos británicos. Los aspectos económicos del movimiento eran significativos, puesto que la explotación de los campesinos hindúes por parte de los industriales británicos había originado una extrema miseria y la virtual destrucción de la industria de la India.


Fig. 13

Gandhi propuso como solución a esta situación el fomentar a las industrias artesanales. Es por esto que comenzó a usar una **rueca**, símbolo de la vuelta a la sencilla vida campesina y del renacimiento de las industrias tales como el hilado manual. En 1946 Gandhi dijo:

"Si trescientos millones de personas hilaran una vez por día, no porque un Hitler se los ordenara, sino porque los inspirara el mismo ideal, tendríamos una unidad de propósitos suficiente para alcanzar la independencia."

Gandhi depositaba tanta fe en la rueca que la puso en el centro de la bandera del partido del Congreso, la cual llegó a ser la bandera de la India independiente.

SPINNING JENNY (1760-67)

Fue inventada por James Hargreaves, estaba hecha de madera y fue bautizada con el nombre de su hija. Permitía montar varios hilos y podía ser operada por una sola persona.

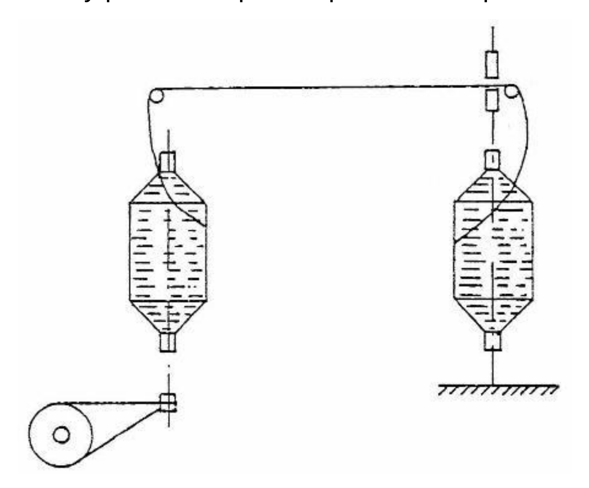


Fig. 14



Fig. 15



Fig. 16

BERGADANA (1790)

Fue inventada por los hermanos Farell de Berga. Permitía hilar a la vez con más de un huso, incrementando el rendimiento. Así, con sus 130 husos, aventajaba a la Spinning Jenny, que sólo tenía 40, hecho que dio un gran impulso a la industria algodonera catalana, al sustituir una parte de las importaciones de algodón hilado por las hilaturas locales. No obstante, la precoz industrialización no tuvo una continuidad en el tiempo que permitiera una revolución industrial en España similar a la revolución industrial inglesa. Se usó hasta 1870.

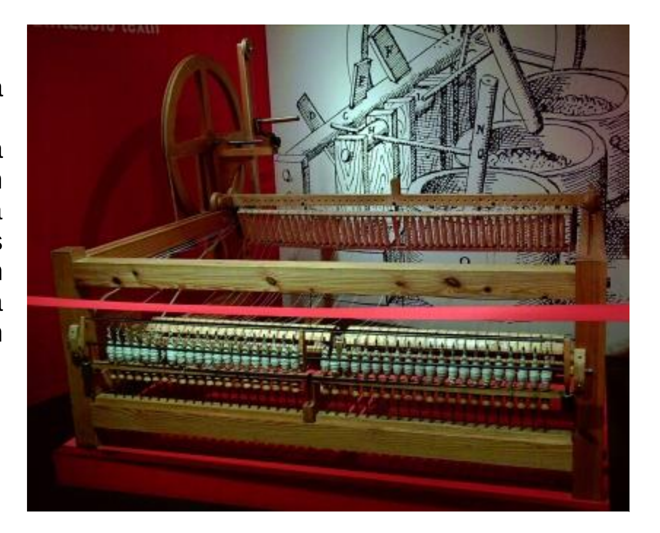


Fig. 17

HILATURA MECÁNICA

La expansión del algodón hacia el siglo XVIII, procedente de España, donde los árabes lo habían importado dos siglos antes, combinado con la máquina de vapor de James Watt, son los dos principales factores del desarrollo de la industria textil, que fue la primera en recoger los frutos de las primeras máquinas. Desde aquel torno de Leonardo da Vinci hasta las modernas continuas de hilar, ha habido a lo largo de este tiempo varias máquinas de hilar.

Una hilatura se dice **intermitente** si se obtienen los hilos en un proceso que no es seguido, o sea, primero se obtiene la torsión y después el plegado sobre el huso, un claro ejemplo es la selfactina. Una hilatura es **continua** si obtenemos el hilo en forma seguida, es decir, la torsión y el plegado al mismo tiempo. Ésta es la más productiva, motivo por el cual se usa actualmente en la hilatura y podemos considerar la intermitente como ya totalmente obsoleta.

MULE – JENNY (1775)

Fue inventada por Samuel Crompton y funcionaba con energía hidráulica. Ya presentaba tren de estiraje. Éste se debe a Arkwrigth, que fue quien lo inventó y Crompton lo adoptó para su máquina de hilar. En el fondo no era más que una combinación de la Spinning-Jenny con el invento del tren estirador de Arkwrigth.

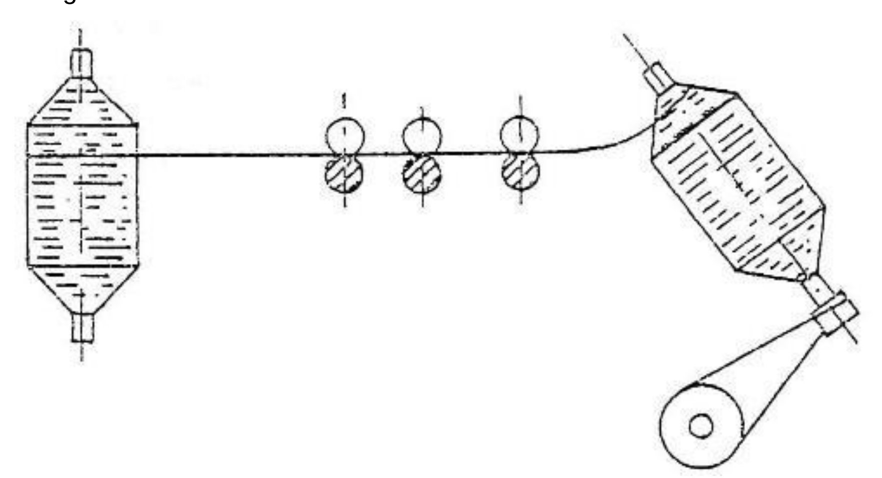


Fig. 18



Fig. 19

SELFACTINA

Aparece ya en el siglo XIX por un inventor desconocido. Esta máquina fue un gran adelanto en su tiempo y se tardó mucho en superarla. Ello significó el apogeo de la hilatura intermitente que ha durado hasta hace poco, siendo actualmente obsoleta. Debe su nombre al término inglés *self-acting*.

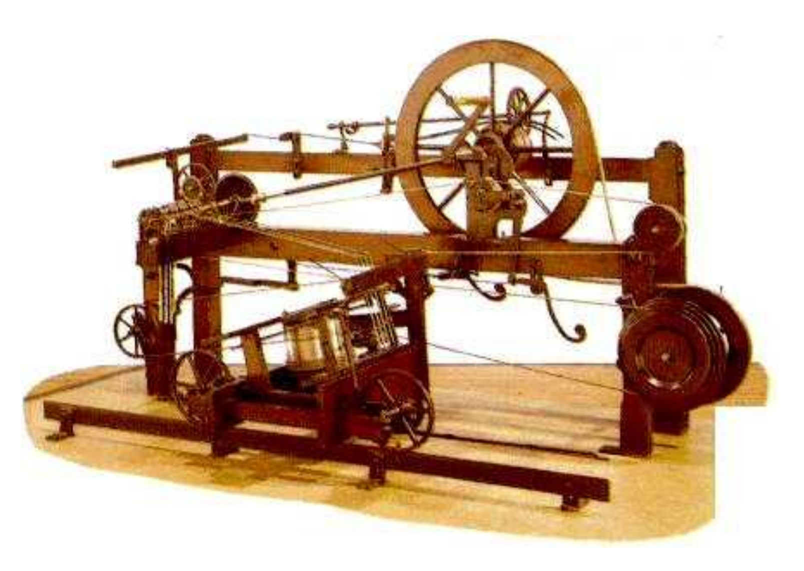


Fig. 20

Debido a que actualmente a la selfactina se le puede considerar fuera de uso, nos limitaremos a dar una descripción general de su funcionamiento. Hay que decir que el hilo obtenido en selfactina es de mejor calidad que el obtenido en las continuas.

Podemos distinguir las siguientes etapas en su funcionamiento:

1. Salida del carro
2. Torsión suplementaria
3. Despuntado
4. Entrada del carro

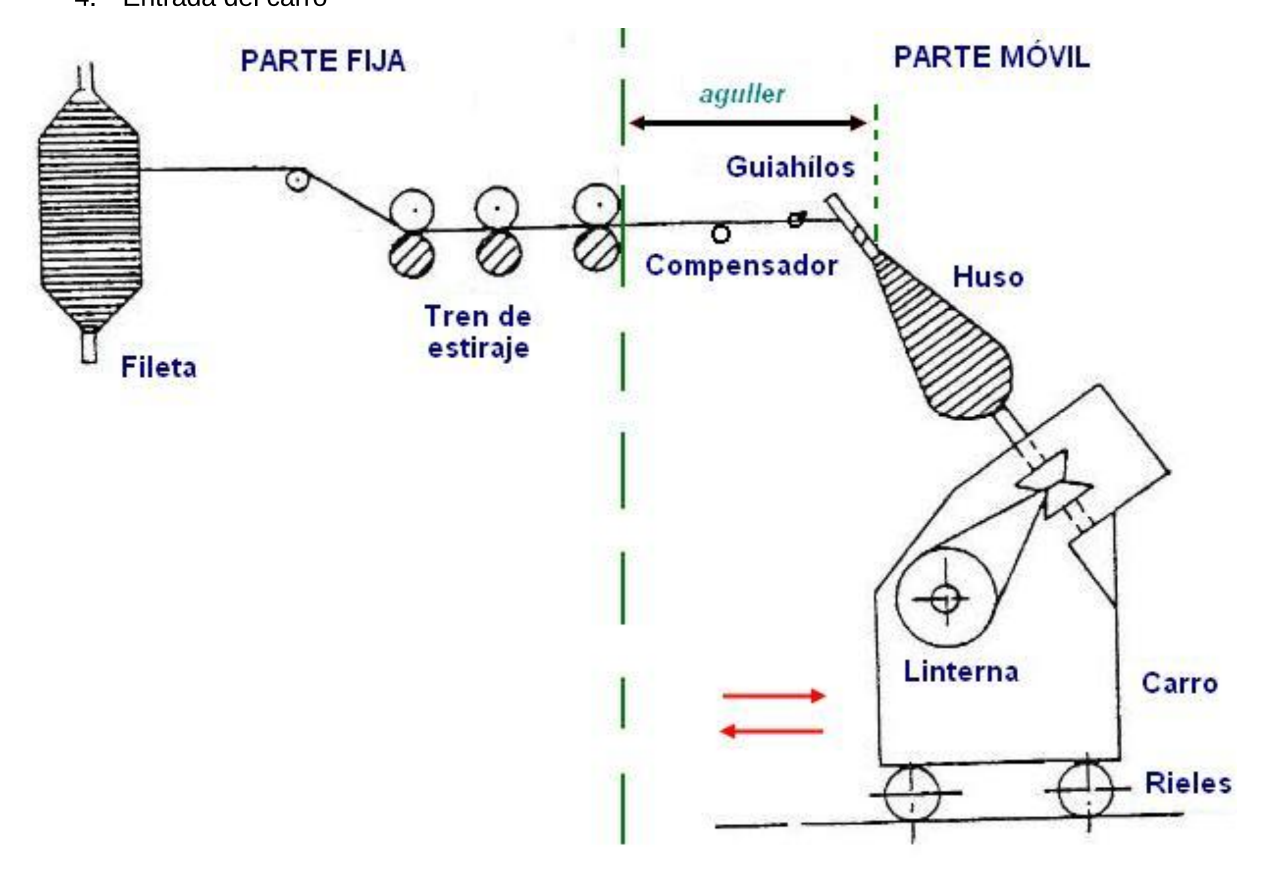


Fig. 21 Esquema de la selfactina

La generación del hilo torcido se realiza de manera intermitente, esperando que se cumplan las 4 etapas del ciclo, una por una, ocasionando producciones muy bajas. Este grave inconveniente fue el motivo de su reemplazo por las continuas de anillos, que proveían de hilo de manera constante.

En la actualidad su empleo es para la fabricación de hilados muy finos (más de 60 Ne), terreno donde la continua de anillos presenta severas limitaciones.

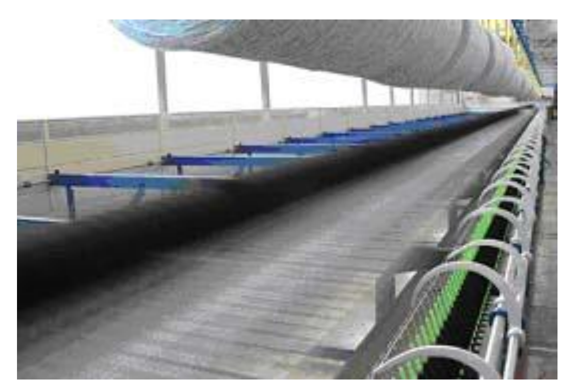


Fig. 22

CONTINUA DE ARAÑAS

Es en principio una de las máquinas de hilar más perfectas, porque tiene las siguientes ventajas:

a) Alimentación y arrollado del hilo bajo una tensión constante.

b) Relación constante entre el número de vueltas de la araña y la longitud del hilo alimentada en el mismo tiempo, dando como resultado una regularidad perfecta en la torsión del hilo.

El inconveniente es que por la constitución de sus órganos no puede alcanzar altas velocidades, lo que impide utilizarla en la obtención de hilos finos que requieren torsiones sumamente elevadas.

Mientras este sistema se mantiene perfectamente en las mecheras de torsión (donde la velocidad de los husos es relativamente baja y donde se exige gran volumen a las bobinas), la continua de arañas ha sido abandonada para dar paso a la continua de anillos.

CONTINUA DE ALETAS

En esta máquina la aleta tiene un movimiento constante de rotación y la bobina se mueve verticalmente. La bobina es arrastrada por medio del hilo oponiendo una resistencia debida al rozamiento. Esta resistencia retrasa el movimiento de la bobina con relación a la aleta y la diferencia de velocidades bobina-aleta sirve para hacer el plegado.

En esta máquina la torsión es regular porque la aleta gira a velocidad constante y la alimentación es uniforme, pero en cambio la tensión es irregular ya que depende del radio variable de la bobina mientras se va formando.

Usualmente se empleaba en la hilatura de las fibras largas vegetales.

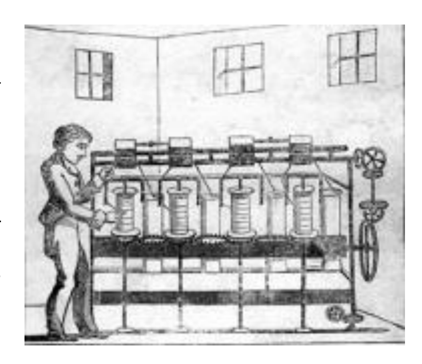


Fig. 23

CONTINUA DE CUBILETES

El guiahílos o cubilete es fijo y la bobina se mueve en sentido vertical con movimiento alternativo. El arrollamiento se obtiene por el rozamiento del hilo contra el borde del cubilete o campana y la bobina es el órgano que tiene el movimiento giratorio.

Como el número de espiras arrolladas en un tiempo determinado depende del diámetro de arrollamiento, la torsión no es regular, y por otra parte, la tensión también varía con el diámetro.

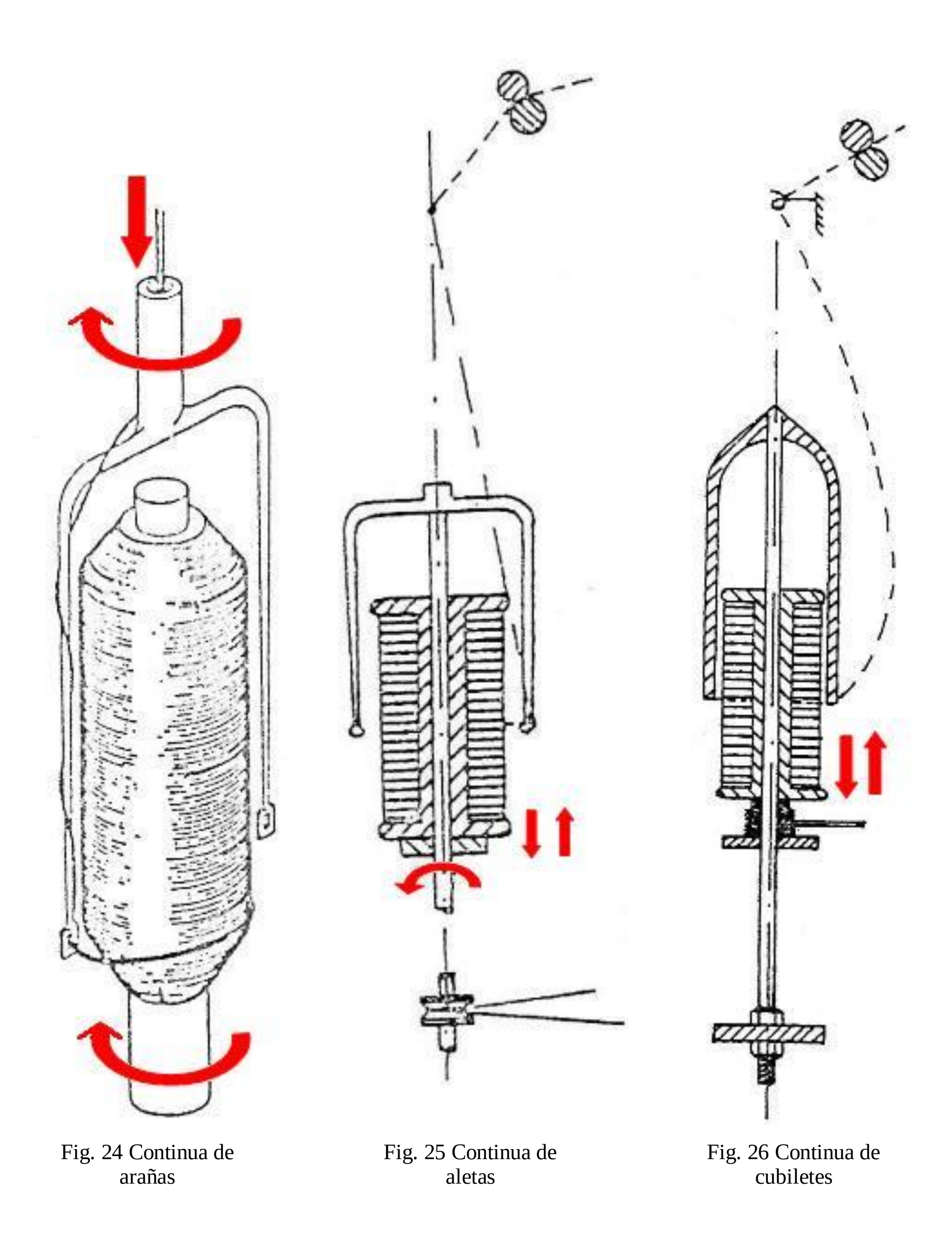


Fig. 24 Continua de arañas

Fig. 25 Continua de aletas

Fig. 26 Continua de cubiletes

Las diferentes características de los 4 tipos de continuas quedan resumidas en el siguiente cuadro[1]:

CONTINUA	GUIAHILOS	BOBINA	DESPLAZAMIENTO VERTICAL	TENSIÓN	TORSIÓN
Arañas	+	+	Bobina	Regular	Regular
Aletas	+	Arrastre	Carrete	Irregular	Regular
Cubilete	Nulo	+	Carrete	Irregular	Irregular
Anillos	Arrastre	+	Cursor	Irregular	Irregular

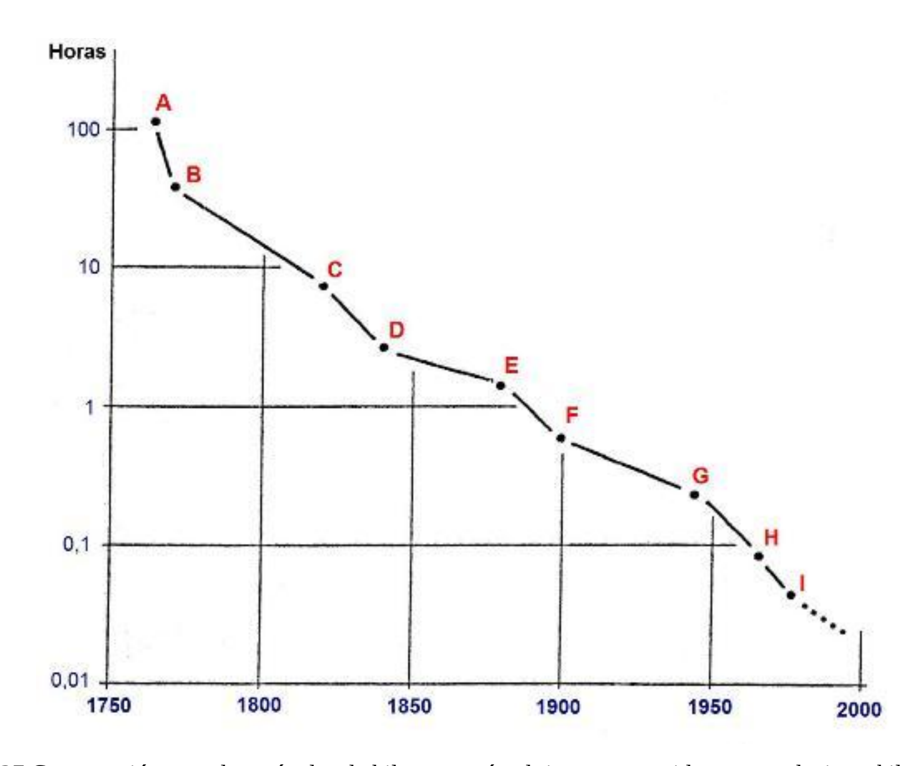


Fig. 27 Comparación entre los métodos de hilatura según el tiempo requerido para producir un kilogramo de hilado. Fuente: Ecole Polytechnique Fèderate, Zürich

Leyenda:

A Rueca
B Spinning-Jenny
C Spinning-Jenny mejorada
D Mule-Jenny
E Selfactina
F Continua de hilar con accionamiento eléctrico
G Continua de hilar perfeccionada
H Máquina de hilar automatizada
I Máquina Open End a rotores

[1] Más adelante detallaremos las características del proceso de hilatura por continua de anillos. Véase SISTEMAS DE HILATURA CONVENCIONALES.

LA HILATURA INDUSTRIAL

Se deben practicar un cierto número de operaciones que varían según la fibra que se trate y el producto a obtener, pero que en todos los casos obedecen a un proceso general que se puede dividir en los siguientes principios:

- **Limpieza**. Tiene por objeto la eliminación de las sustancias ajenas a la fibra.
- **Disgregación e individualización**. Separación de mechones entre sí hasta conseguir la total independencia de cada una de las fibras.
- **Paralelización**. Consiste en preparar las fibras individualizadas para facilitar la operación siguiente.
- **Estirado**. Deslizamiento entre sí de las fibras hasta conseguir el adelgazamiento que se pretenda.
- **Cohesión**. Tiene por misión el ligar entre sí las fibras, sobre un eje teórico central.

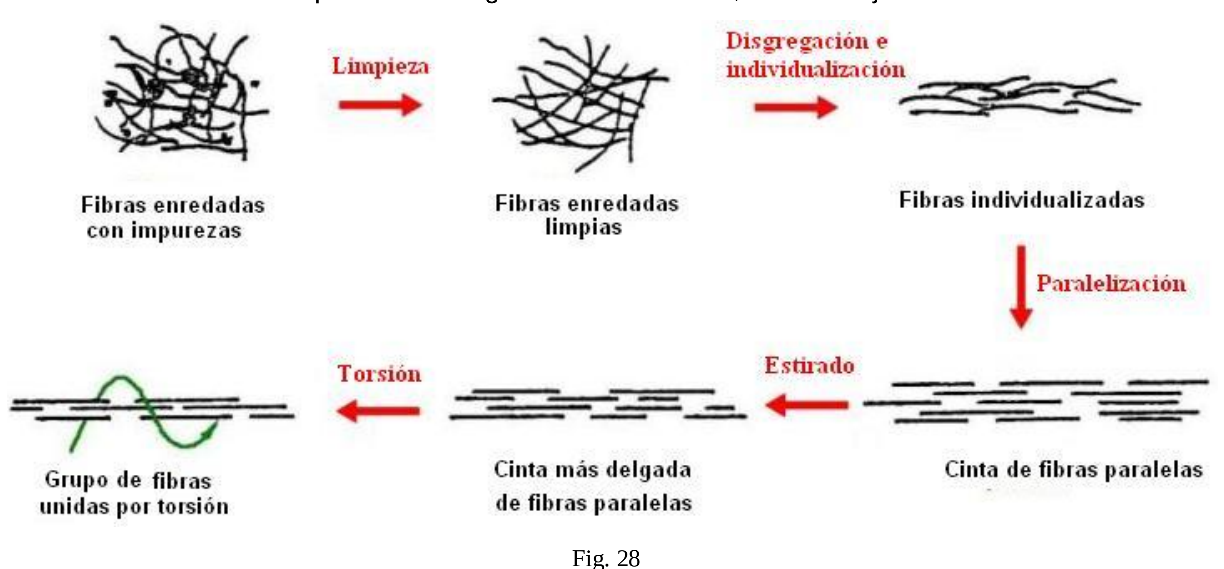


Fig. 28

A continuación se hablará sobre las operaciones generales de la hilandería industrial.

MEZCLADO

En primer lugar debemos diferenciar dos tipos de mezcla:

- Aquellas donde se juntan diferentes partidas del mismo tipo de fibra. Por ejemplo, si se desea obtener 3500 kg de hilo de algodón peinado, a causa de las mermas en los procesos (en total, digamos un 22,5%), debe haber 4516 kg de materia prima. Para conseguir esto, se ha adquirido varios tipos de algodones Tangüis de diferentes proveedores y diferentes valles (1510 kg de Santa, 1146 de Casma, 1040 de Chincha, y 820 Ica). Como se sabe, estos algodones presentan características propias de madurez, grado de amarillamiento, finura, etc. Entonces se requiere mezclar adecuadamente los fardos, para que la mezcla de 4516 kg sea los más homogénea posible.
- Las mezclas de fibras distintas. Ocurre cuando por motivos técnicos (mejorar ciertas características) o económicos (reducir costo de materia prima) se debe mezclar materiales completamente diferentes: lana-poliéster, algodón-viscosa, alpaca-acrílico, etc. Igual que en el caso anterior, es necesaria la máxima uniformidad posible para evitar problemas.

El mezclado puede realizarse en dos etapas distintas de la hilandería:

- En la apertura. Es la llamada *mezcla íntima de fibras*. Se realiza cuando los componentes de la mezcla se encuentran en fibra y ocurre en las primeras operaciones de la hilandería. Por ejemplo: para el algodón esto se ve en la pinzadora y el batán; para la lana, en la alimentación de la carda, muchas veces realizada de forma manual.
- En el doblado. Ocurre cuando los componentes de la mezcla se encuentran en cintas, ya sea de tachos (algodón) o tops y *bumps* (lana, fibras manufacturadas, seda). Se aprovecha el pase del material por las máquinas estiradoras, como el manuar (corte algodonero) o el *gill* (corte lanero). No es muy efectivo, pero esta deficiencia se subsana realizando varios pases del material por la máquina.

En todo caso los mejores resultados de homogeneidad se obtienen realizando la mezcla en estas dos etapas.

A fin de obtener una buena regularidad del hilo, es necesario hacer una mezcla adecuada de los diferentes componentes de mezcla que hemos recibido. Es de suma importancia que esta mezcla sea homogénea para no encontrarnos con sorpresas en las propiedades físicas del hilo obtenido, como barraduras, anillados y diferencias de tono.

Por ello, antes de realizar las operaciones de mezcla, deberá efectuarse un análisis de los componentes que se deseen mezclar, a fin de no incurrir en errores que después serían difíciles de corregir, y además poder determinar el porcentaje de los integrantes que debemos mezclar en las diferentes partidas.

APERTURA

Consiste en abrir los copos de material para reducir su tamaño, dado que el material puede presentarse con enredos que dificultarían las operaciones siguientes de estirado. Además, al abrir los copos de fibra, se facilita la eliminación de las impurezas atrapadas dentro de ellos.

CARDADO

Es una operación clave en el proceso de hilatura y determina directamente las características finales del hilo, una idea de su importancia nos la da el hecho de que se le considera el *corazón de la hilatura*.

Son muchos los objetivos del cardado, aunque pueden resumirse como:

- Apertura de los copos de fibras e individualización de éstas.
- Eliminación de las impurezas contenidas en el material que no fueron eliminadas en los procesos de limpieza previos.
- Selección de fibras en base a su longitud, removiendo las fibras cortas.
- Paralelizado y estiramiento de las fibras.
- Elaboración de una cinta, es decir, en una masa de fibras sin torsión.

La carda está constituida por un cierto número de órganos móviles, (tomador delantero, gran tambor, chapones, trabajador, limpiador) revestidos de puntos elásticos en acero y guarniciones rígidas de acero en forma de dientes de sierra. Estas piezas son movidas ya sea con sentido de rotación o de desplazamiento lateral, pero con velocidades diferentes. Éstas son ajustadas muy cerca las unas de las otras, casi en contacto tangencial, pero sin tocarse.

Todo principio de cardado se basa en:

- La relación de fuerzas centrífugas de las piezas en contacto
- El sentido de rotación de estas piezas, uno en relación del otro
- Sentido de orientación de dos revestimientos contrarios
- Distancia entre las guarniciones.

La interacción entra las guarniciones y las fibras

Si el movimiento de la guarnición es del mismo sentido de las puntas, lo consideramos positivo, en el caso contrario, negativo.

Supongamos que guarniciones con las puntas dirigidas en sentido contrario, según la fig. 29.

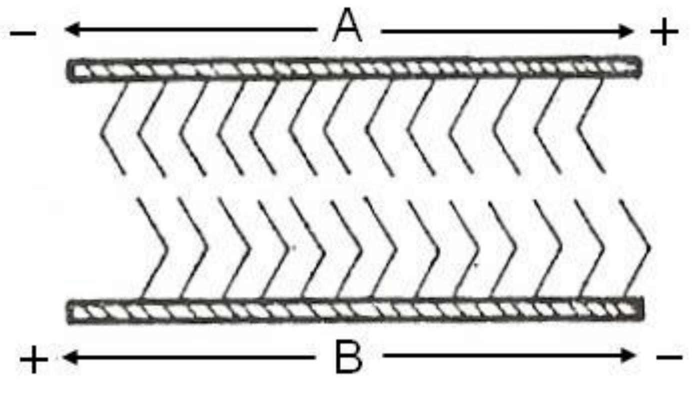


Fig. 29

Pueden presentarse los siguientes casos:

I. **+A y +B**: hay cardado y cuanto mayor sea la velocidad relativa entre ambos órganos, mayor será la intensidad de cardado.

II. **+A y –B**:
   - $V_A > V_B$: hay cardado
   - $V_A = V_B$: no se usa
   - $V_A < V_B$: hay abandono de fibras

III. **–A y +B**:
   - $V_A > V_B$: hay abandono de fibras
   - $V_A = V_B$: no se usa
   - $V_A < V_B$: hay cardado

IV. **–A y –B**: hay abandono de fibras, no se usa

Supongamos ahora que las dos guarniciones llevan las puntas dirigidas en el mismo sentido, según la figura 30:

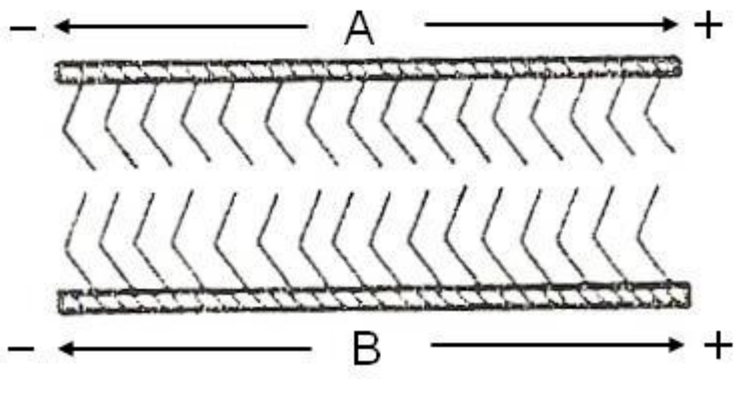


Fig. 30

En este caso no puede haber nunca cardado, como máximo habrá transporte de fibras. Los casos que se pueden presentar son los siguientes:

I. **+A y +B**:
   - $V_A > V_B$: A se lleva las fibras
   - $V_A = V_B$: no se usa
   - $V_A < V_B$: B se lleva las fibras

II. **+A y –B**: A se lleva las fibras

III. **–A y +B**: B se lleva las fibras

IV. **–A y –B**:
   - $V_A > V_B$: B se lleva las fibras
   - $V_A = V_B$: no se usa
   - $V_A < V_B$: A se lleva las fibras

Resumiendo podemos decir que para que haya cardado, las guarniciones de los órganos en movimiento deben ir en sentido contrario y el movimiento relativo entre ambos debe ser positivo.

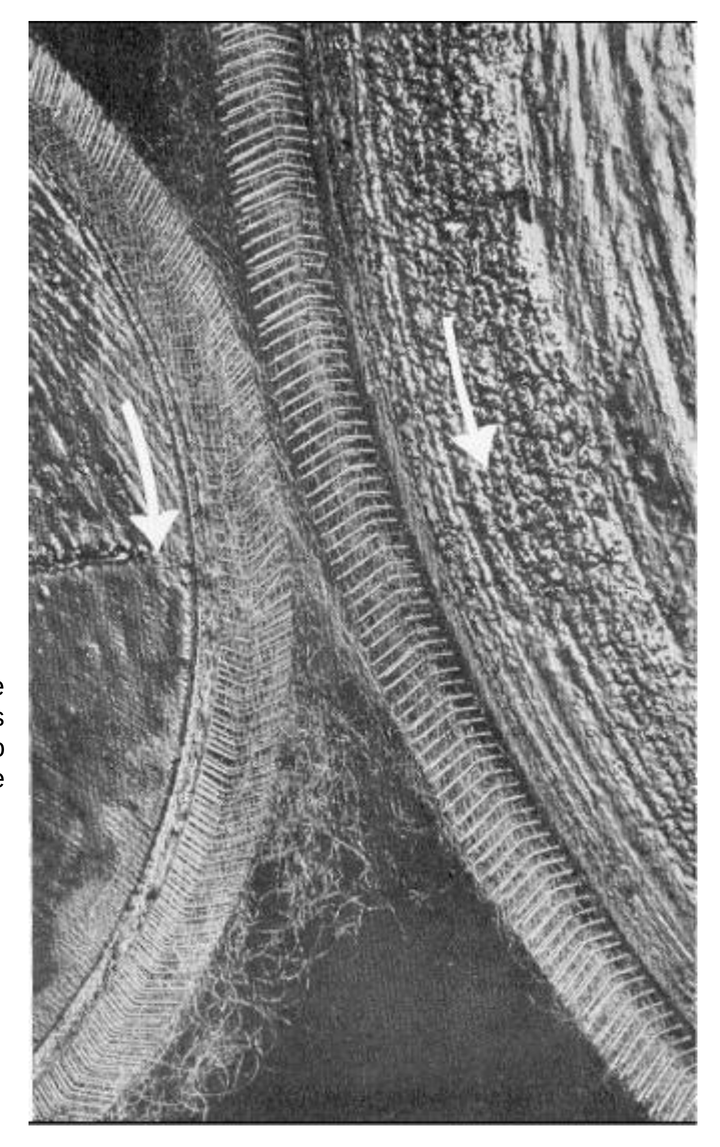


Fig. 31

ESTIRADO

El **estiraje** es el adelgazamiento de una cinta o mecha al hacer deslizar unas fibras sobre las otras. El valor numérico del estiraje E viene dado por la relación entre la longitud final de la cinta L_1 y la primitiva L. Es un número abstracto, y es siempre positivo.

$$E = \frac{L_1}{L}$$

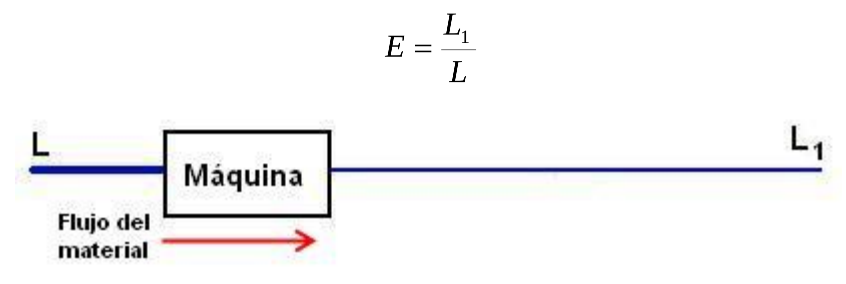


Fig. 32

Por ejemplo, si se tiene una cinta con longitud inicial L=1 m, alimentando a una máquina que efectúa un estirado, y se obtiene una cinta con longitud L_1 = 6 m, se calcula entonces el estiraje producido:

$$E = \frac{L_1}{L} = \frac{6\ m}{1\ m} = 6$$

El estiraje incrementa la longitud de salida, como consecuencia de ello, el grosor de la cinta disminuye, pero el peso del material a ambos lados de la máquina se mantiene constante (en el supuesto de no haber merma en la máquina). Siguiendo el ejemplo anterior, entonces la cinta de salida tiene una longitud que es 6 veces mayor, pero su diámetro es la sexta parte de la cinta original.

Como la finalidad de la hilatura es obtener una masa delgada de fibras (hilo), se espera que el material vaya afinando su grosor durante su pase en cada uno de los procesos, entonces, debe inferirse que TODAS las máquinas de hilandería realizan un estiraje.

Otra consecuencia importante del estirado es la paralelización de las fibras en la cinta: Teóricamente la cinta de carda podría llevarse directamente a la máquina de hilatura, pero al no estar las fibras paralelizadas habría gran cantidad de roturas, por lo que es necesario efectuar el adelgazamiento de la masa de fibras de manera sucesiva, en varias etapas. De esta manera, de forma gradual las fibras se enderezan al deslizarse unas sobre otras gracias al estirado.

El estiraje total depende de:

- el tipo de material
- el contenido de fibras cortas
- la longitud de fibra

DOBLADO

Cuando una cinta de fibras es estirada varias veces se va adelgazando, pero a la vez se producen diferencias de sección sensibles, es decir, partes delgadas y gruesas, perdiendo la cinta regularidad. Para una menor irregularidad, la alimentación por cintas de fibras se hace yuxtaponiendo cierto número de ellas, para así aminorar estas diferencias de secciones en la cinta de salida. A esta operación se denomina *doblado* o *doblaje*, y se realiza en el manuar (para las fibras cortas) o las estiradoras (fibras largas).

El **doblaje** presenta el efecto contrario al estiraje, dado que engrosa la masa de fibras, pero tiene doble finalidad sobre el material:

a) Compensar irregularidades

Como normalmente las cintas son regulares, cuando se presenta una acentuada irregularidad en una, al doblar y estirar, la irregularidad queda muy disminuida.

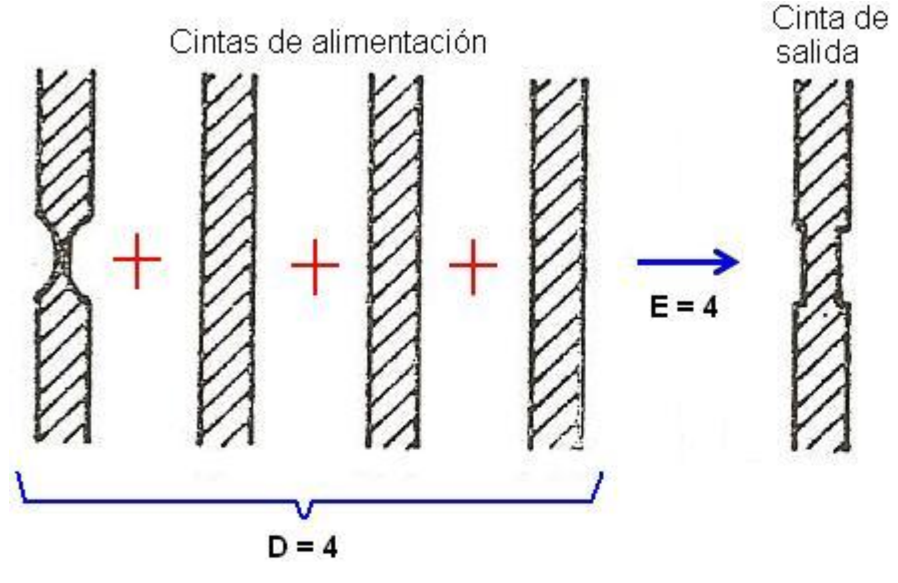


Fig. 33

Si por ejemplo, en una máquina ingresan 4 cintas (doblaje de 4) y una de ellas presenta una parte delgada (irregularidad), luego de estirar 4 veces, la cinta de salida tiene un grosor igual al promedio de las primeras, pero es más regular que la defectuosa.

b) Evitar que disminuya el diámetro durante la paralelización

La paralelización de las fibras se efectúa mediante el estirado de la cinta, y en consecuencia se disminuye su sección, dificultando otra acción de paralelización de la misma. Ello se soluciona doblando un número de cintas en cantidad aproximada al estirado, con lo que se complementan ambas operaciones.

Como se dijo anteriormente, el doblado también sirve para efectuar mezclas de cintas; y se realiza en los manuares, reunidoras de cintas, reunidoras de napas y los *gills*.

PEINADO

Si se desea producir hilos regulares y finos, es necesario disponer de fibras limpias y de longitud sensiblemente igual. Para tener estas características en las fibras es preciso eliminar las impurezas que puedan llevar y separar las fibras más cortas. Precisamente, el objeto del peinado de las fibras textiles es:

- Depuración o limpieza de las fibras: termina la limpieza mecánica de las fibras.
- Selección de fibras: separar las fibras más cortas.
- Paralelismo de fibras: aumentar la orientación de las fibras.
- Cintas: obtener cintas regulares.

El producto obtenido es la cinta de peinado, formada por fibras de una regularidad de longitud, previamente fijada, exenta de cuerpos extraños (residuos de cáscara, hojas, neps, etc.).

Fases del peinado

a. **Peinado de la cabeza**

Cuando las filas de las puntas del peine circular *A* atraviesan la cabeza de la masa de fibras (napa) la pinza *B* está cerrada y alejada de los cilindros extractores *C*.

b. **Solape**

Cuando el peine circular *A* está acabando de peinar la cabeza, la pinza *B* se desplaza hacia los cilindros extractores *C*, mientras éstos se acercan a la pinza *B* cuando la última fila de púas del peine circular *A* ha pasado debajo de ellos.

c. **Peinado de la cola**

Mientras la pinza *B* se abre, la napa permanece libre de la mordaza y se introduce automáticamente entre los cilindros de extracción *C*, simultáneamente baja el peine rectilíneo *D* mientras los cilindros de extracción empiezan a avanzar, peinándose la cola. Antes de terminar el avance de los cilindros de extracción, tiene lugar el cierre de las mordazas para hacer el desgarre y el peine circular *A* empieza a ponerse en situación de peinado de cabeza.

d. Vuelta de los órganos a la posición inicial

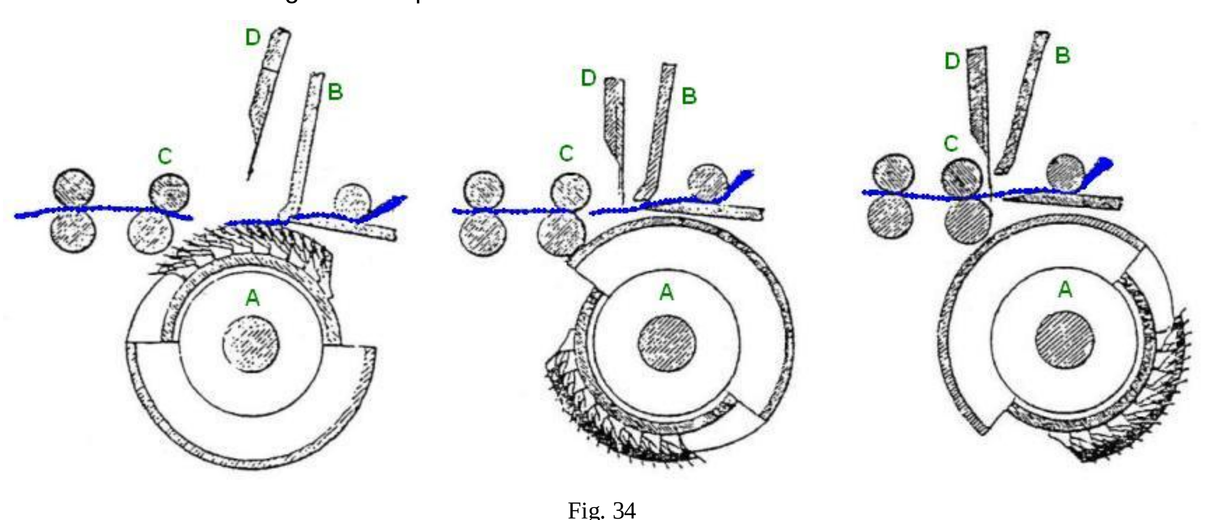


Fig. 34

Preparación del peinado

Las cintas procedentes de la carda no pueden peinarse directamente porque las fibras a la salida de ésta tienen uno o ambos extremos doblados en forma de gancho y algunos se encuentran atravesados y al someter la cinta de carda directamente al peinado eliminamos mucha cantidad de fibra larga.

Las fibras formando gancho se pueden clasificar como gancho de cabeza o de cola según se encuentre en la parte delantera o en la posterior de la fibra, cuando pasa por los cilindros de la calandra de la carda.

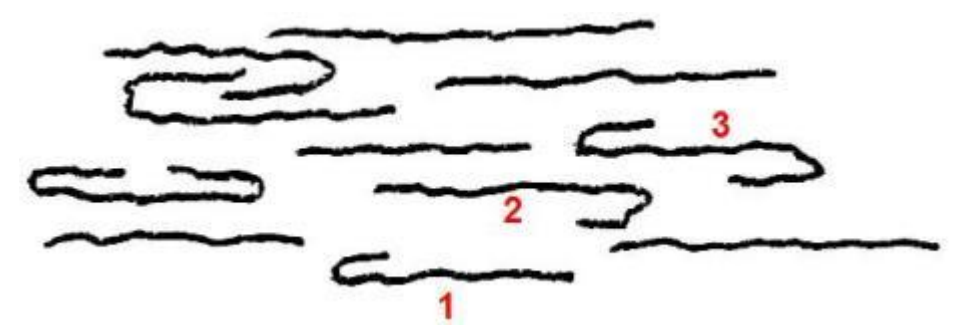


Fig. 35 (1) gancho de cola (2) gancho de cabeza (3) gancho de cabeza y cola

Las investigaciones que se han realizado demuestran que la proporción de ganchos a la salida de la carda es la siguiente:

Fibras con ganchos de cabeza	18%
Fibras con ganchos de cola	50%
Fibras con ganchos de cabeza y cola	1%
Fibras con ganchos en U	1%
Fibras normales	30%

Se comprende fácilmente que cuando la cinta colocada en un tacho o en forma de rollo alimenta a otra máquina, las fibras sufren una inversión en la dirección de su marcha de modo que los ganchos de cabeza se convierten en ganchos de cola, y viceversa.

Las fibras con gancho de cola, se eliminan como desperdicio del peinado, ya que a pesar de su longitud no pueden ser enderezadas por el peine circular, la cantidad de desperdicio vendrá influenciada por el número de pasos que haya tenido la cinta en su preparación. Como hay una mayor proporción de ganchos de cola en la cinta de carda, se obtiene la dirección adecuada de presentación de las fibras a la peinadora, si se efectúa un número par de pasos de preparación entre la carda y la peinadora.

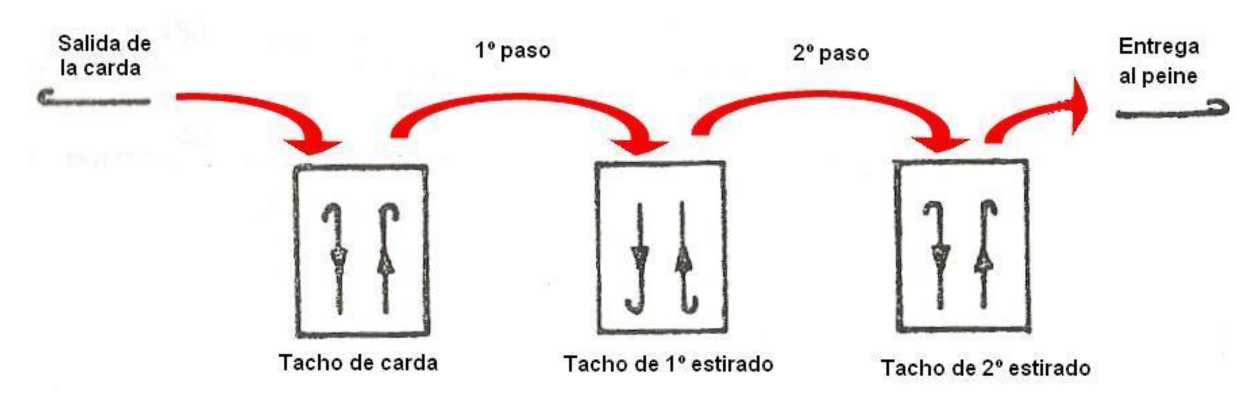


Fig. 36

PABILADO

Su objetivo es transformar la cinta mediante el estiraje en una mecha o pabilo.

La transformación de la cinta en mecha ocurre de manera continua siguiendo tres pasos:

- Estirado
- Torcido
- Bobinado o plegado

Hay procesos de hilandería que prescinden de esta operación, como el proceso *open end* a rotor (algodón), y el sistema cardado, en la lana.

HILATURA

La hilatura consiste en elaborar o fabricar el hilo a partir de una mecha o cinta, puede realizarse en una variedad de máquinas que estira y confiere cohesión a la masa de fibras, obteniéndose el hilo que se pliega sobre un formato determinado.

ACABADO

Son las operaciones que deben efectuarse en el hilo obtenido de la máquina de hilatura.

- **Bobinado**

  Para llevar el hilo a un formato (tronco cónico, cilíndrico, tipo carrete, en madejas, en bobinas para teñido, etc.), y se aprovecha esta operación para efectuar la eliminación de los defectos (*purgado*) y – si se requiere – lubricar el hilado (*parafinado*).

- **Gaseado**

  Cuando se desea eliminar la pilosidad del hilo, se le hace pasar a gran velocidad por una llama abierta, lo que chamusca a las fibras que sobresalen. Se realiza sobre hilos peinados.

- **Retorcido**

  Si el uso final del hilo lo requiere, entonces se llevan dos o más cabos a una máquina que los reúne y los fija mediante torsión.

- **Vaporizado**

  Es un proceso que mediante la acción de vapor de agua, fija la torsión del hilo para reducir su vivacidad. Usualmente se emplea en hilados con elevado coeficiente de torsión. El hilo vaporizado es entonces más estable y no tiende a destorcerse, lo que ayuda a disminuir el revirado futuro de los tejidos.

HILATURA DEL ALGODÓN

En la hilatura del algodón tenemos que distinguir tres procesos: una para el algodón cardado, otro para el algodón peinado y el último para la hilatura a rotores.

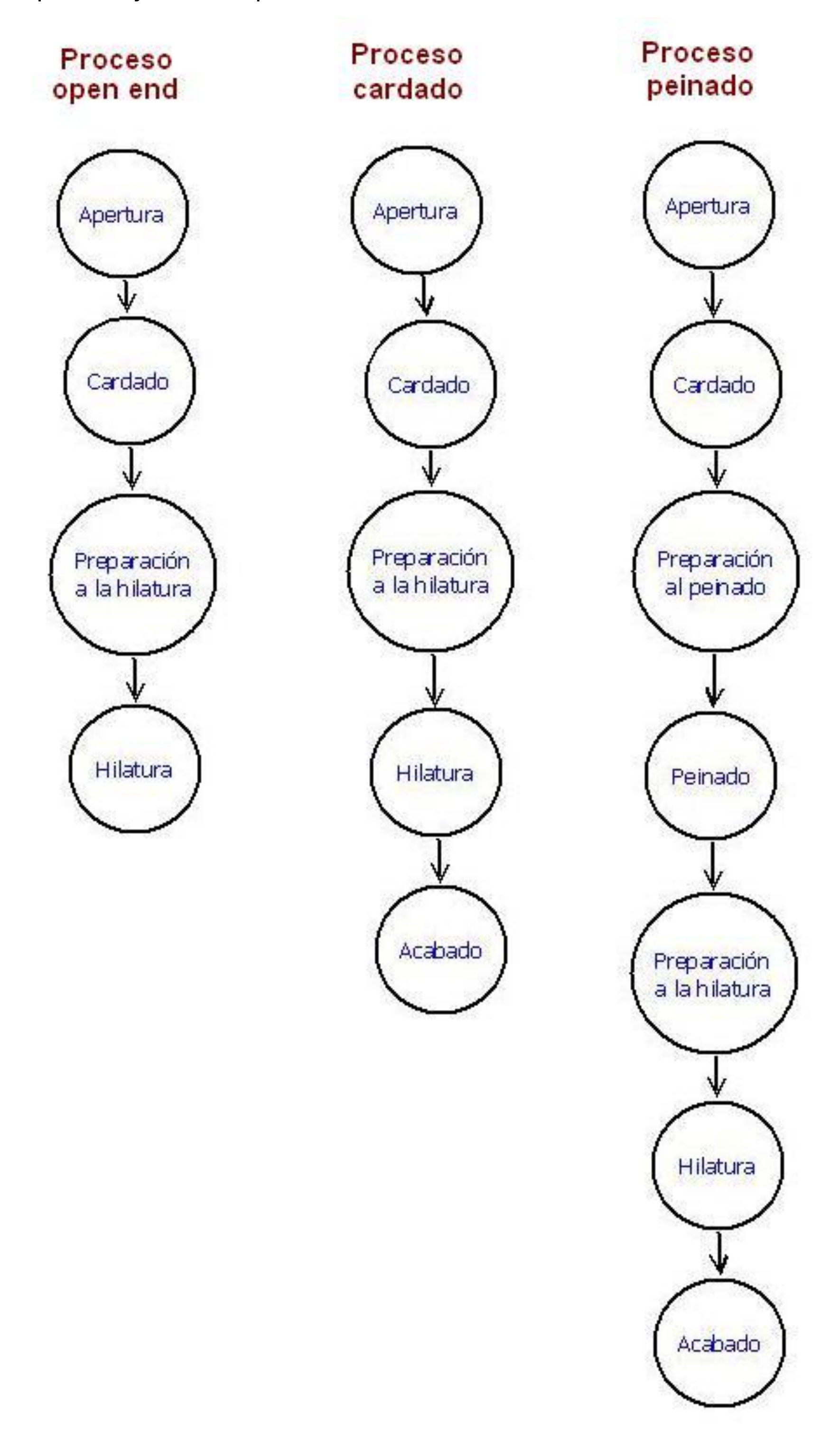


Fig. 37

Dado que las operaciones de apertura y cardado son comunes a los tres procesos, las describiremos de manera general y luego hablaremos de los procesos diferenciados.

Apertura

Las dimensiones de la sala de apertura deben ser lo suficientemente amplias para poder colocar un número apreciable de balas (fardos) una vez abiertas. Para abrir los fardos, deben quitarse los flejes, rompiéndolos con unas tenazas adecuadas, se procurará que no queden trozos de hierro entre las fibras, ya que podrían ocasionar chispas y producir incendios al rozar con los órganos metálicos de las abridoras, además de ocasionar rotura de piezas.

Según la disposición de la mezcla, los contenidos de los fardos se mezclan para lograr la homogeneidad en todas las tendidas, esto puede hacerse de forma manual, con ayuda de personas que disponen el material en varias capas (a manera de un sándwich) y volteando para realizar el mezclado. Es un proceso largo y laborioso, conocido como *tendida manual*.

En plantas más modernas, existen las *pinzadoras*, que son máquinas que seleccionan porciones de cada fardo, adecuadamente dispuestos y las envían a una sección de mezclado. Es conocida como *tendida automática*.

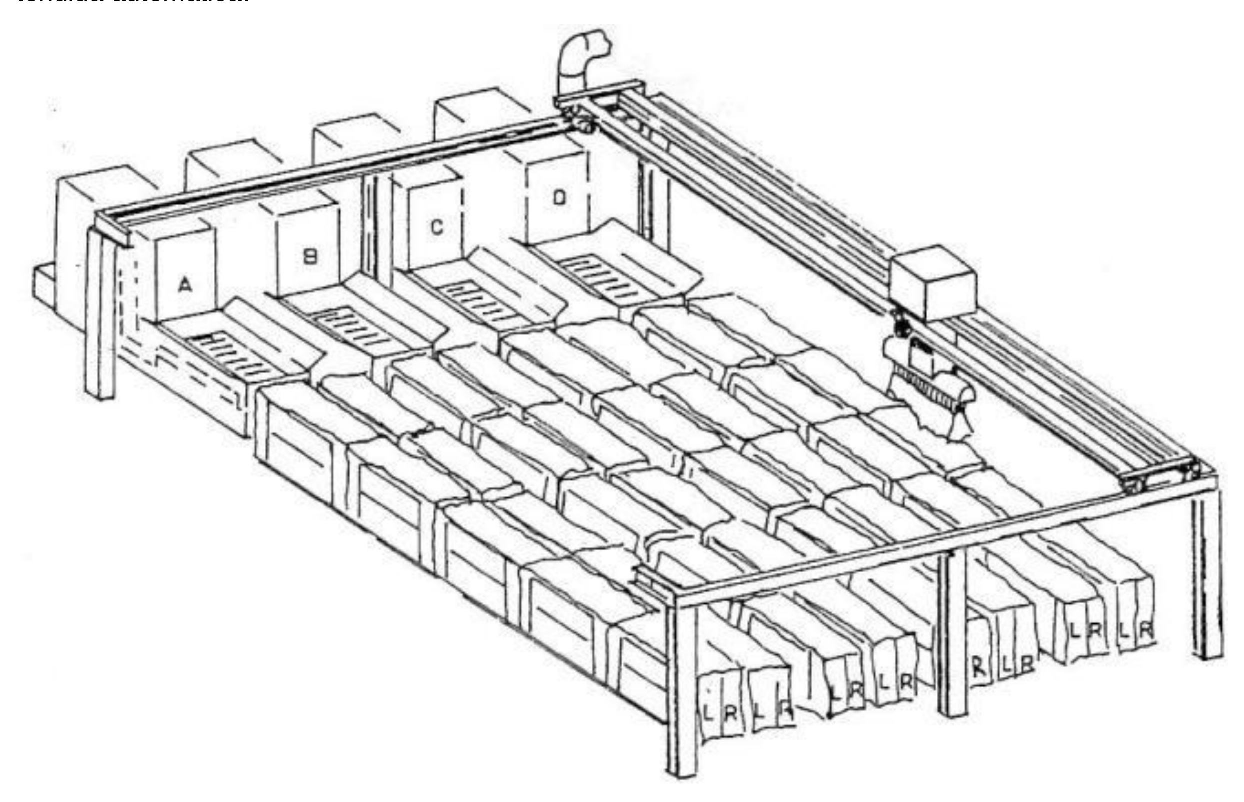


Fig. 38 Abridora de balas (pinzadora) Bale–o–matic

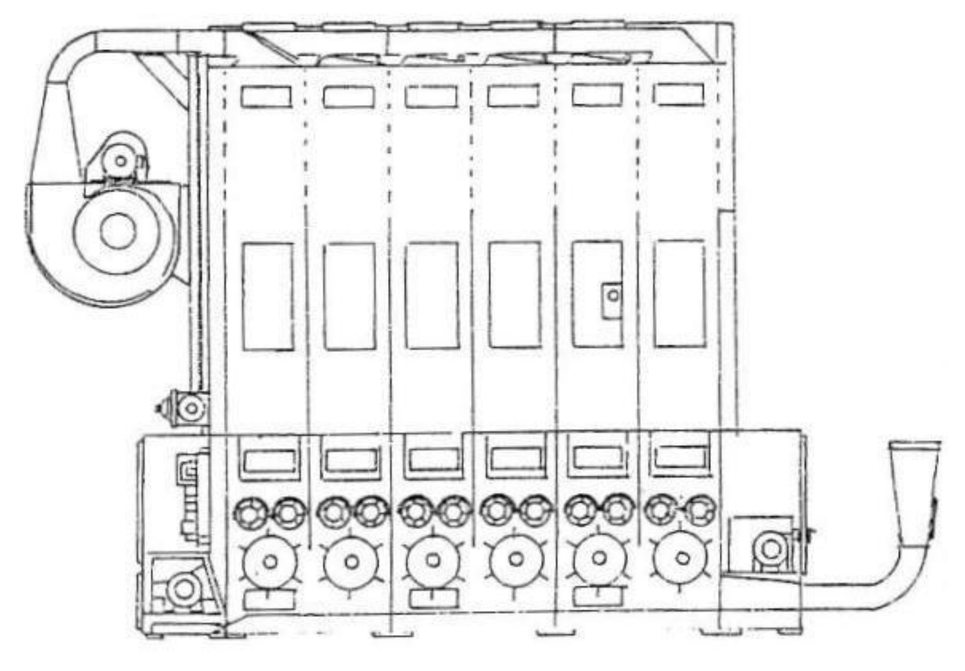


Fig. 39 Mezcladora automática MPS (TRUTZSCHLER)

Igualmente el material pasa por una serie de operaciones para abrir los copos del algodón y así facilitar el cardado, además de limpiadoras para extraer las impurezas más pesadas que contiene la fibra, tales como restos de semilla, tallos y hojas. Esto se logra aprovechando las fuerzas centrífugas que se generan durante una acción de batido.

Si se desea obtener una fibra más limpia – para una hilatura a rotores, por ejemplo – se emplean desempolvadoras, que aspiran las partículas más pequeñas mediante succión neumática.

Por último se alimenta a las cardas, bien sea mediante la formación de un rollo de tela (napa) o enviando el material por ductos conectados a ellas (sistema *Aero-Feed*).

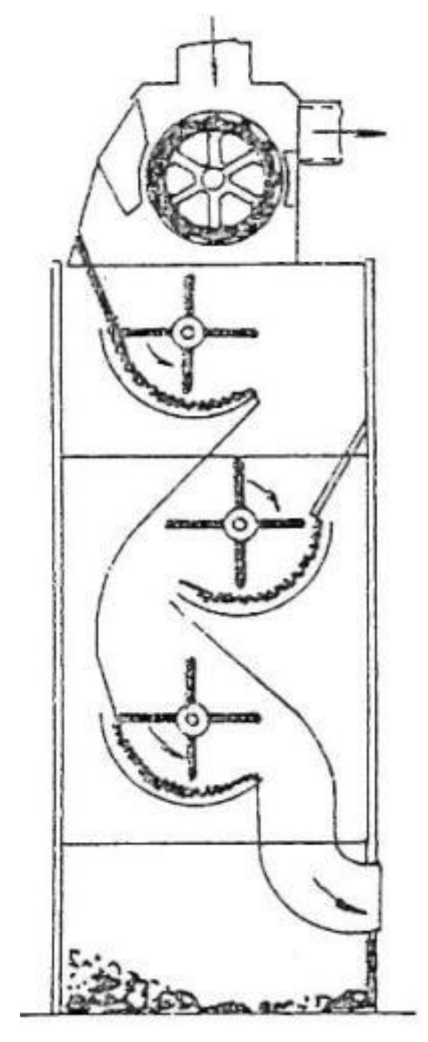


Fig. 40 Limpiadora – abridora vertical (RIETER)

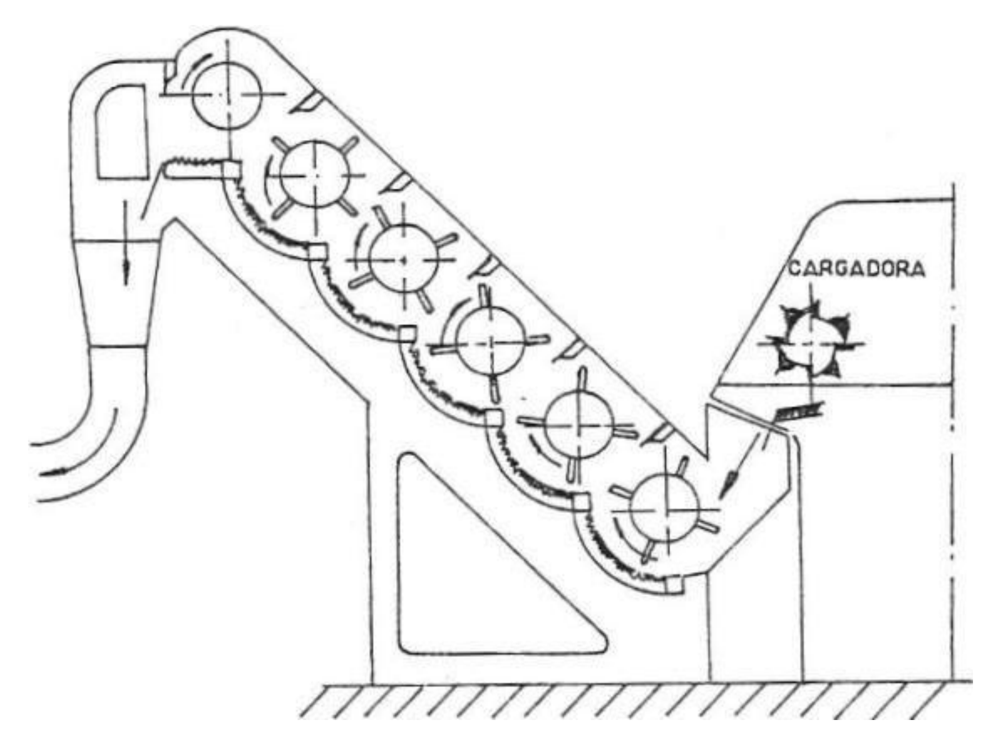


Fig. 41 Limpiadora batidora inclinada

Cardado

Tiene por finalidad la limpieza e individualización de las fibras, la limpieza se da por acabada en esta operación.

Ya vimos anteriormente su principio, debemos anotar que para el algodón se emplea la *carda de chapones*.

Las cardas producen tres tipos de desperdicios:

- *Bajo carda*. Se obtiene especialmente debajo de la rejilla del abridor y en general, debajo de la carda. Este desperdicio es poco aprovechable, por las muchas impurezas que contiene.
- *Chapones*. Es de mejor calidad y algunas veces se aprovecha para mezclar con otros algodones para la obtención de hilos gruesos.
- *Cintas*. Son restos que quedan al romperse el velo, o las cintas antes de plegarse en el tacho. Son desperdicios aprovechables.

En esta operación, además de los controles ordinarios (densidad lineal e irregularidad) se suele realizar el contenido de neps y el control de mermas.

PROCESO PEINADO

Preparación al peinado

Aquí ocurren operaciones de doblado y estirado. El número ideal de pasos es de 2 ó 4[2], siendo 2 lo más usual. Pueden seguirse varios sistemas:

a) *Sistema clásico* (2 pasos)

La cinta de carda se pasa por una reunidora de cintas (1º paso) y luego por una reunidora de napas (2º paso) y de aquí se pasa a la peinadora.

b) *Sistema moderno* (2 pasos)

La cinta de carda se pasa por un manuar (1º paso) y por una reunidora de cintas (2º paso), luego a la peinadora.

c) *Sistema de 4 pasos*

La cinta de carda sigue 3 pasos de manuar y por una reunidora de cintas (4º paso), después a la peinadora.

Manuar

Se alimenta de 6 u 8 cintas y estira lo mismo, obteniéndose a la salida una cinta más regular.

El manuar es una máquina muy importante en el proceso de hilatura; influye en la uniformidad del material. Si este proceso no se realiza correctamente, se produce disminuciones en la resistencia y el alargamiento a la rotura del hilo final. Además los defectos en la cinta que salen del manuar no pueden corregirse, y llegan hasta el hilo.

Los factores que afectan la regularidad de la cinta a tener en cuenta en esta operación son:

- el estiraje total
- el número de pases
- el ecartamiento en el tren de estiraje
- el doblaje
- los g/m de las cintas de alimentación
- la longitud de la fibra
- la finura de la fibra
- la velocidad de entrega
- el tipo de estiraje
- el tipo de autorregulador
- los ajustes en el autorregulador

[2] Como se vio anteriormente, el número de pasos luego del cardado y antes del peinado debe ser en cantidades pares.

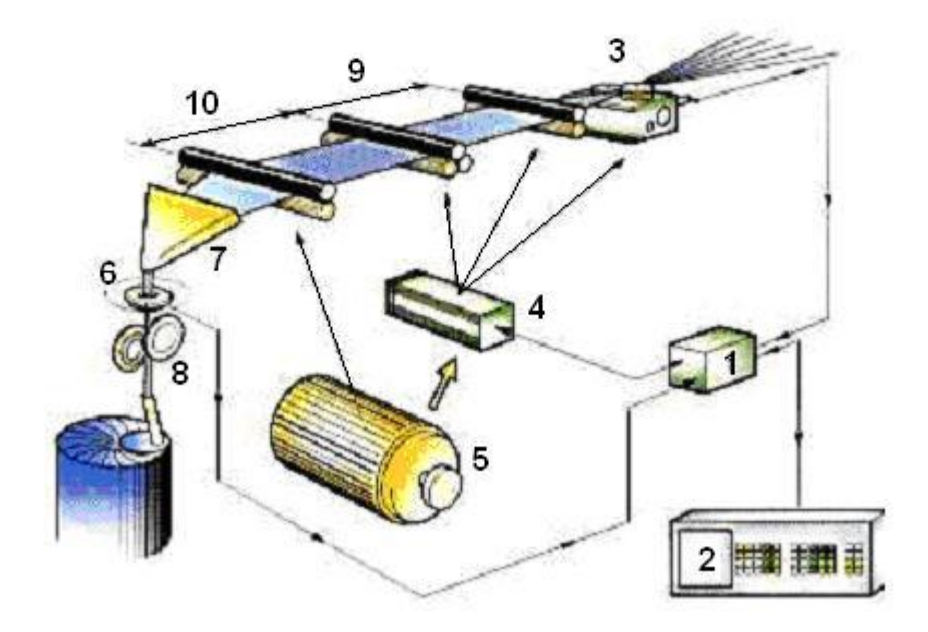


Fig. 42 Esquema de un manuar con mecanismo autorregulador.

1. Módulo de mando
2. Módulo de ajuste
3. Unidad de medición
4. Servomotor
5. Motor principal
6. Medición de la regularidad para la cinta producida
7. Condensador
8. Calandras
9. Pre estiraje
10. Estiraje principal

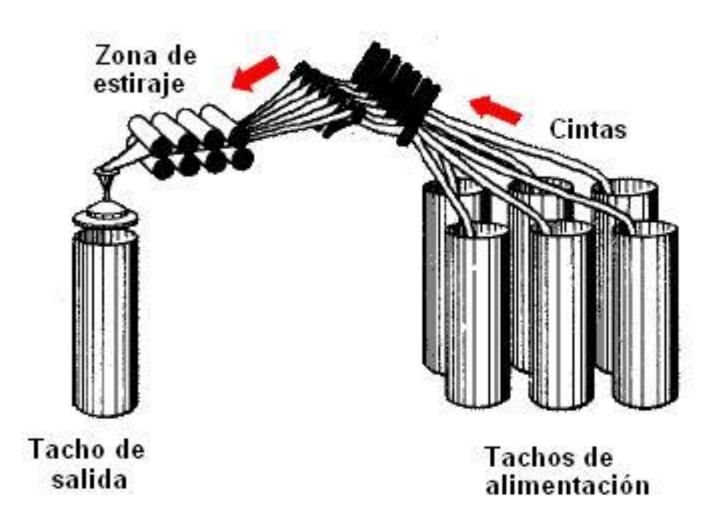


Fig. 43 Un manuar realizando un doblaje de 6

Reunidora de cintas *(formadora de rollos, formadora de napas)*

Tiene por objeto reunir de 16 a 24 cintas para formar una napa. Es importante el pase por esta máquina, ya que a la salida el material tiene la forma de un velo o tela, que garantiza un óptimo trabajo de los peines circular y recto de la peinadora, cosa que no sería posible si las fibras estuviesen en un formato grueso y denso (cinta).

Reunidora de napas *(manuar de napas)*

Se encarga de reunir de 4 a 6 napas procedentes de la reunidora de cintas estirando lo mismo, formando una tela homogénea con fibras bien paralelizadas.

Peinado

Como ya explicamos, es donde se eliminan fibras cortas gracias a un trabajo armónico de órganos, como las pinzas, el peine circular, el peine rectilíneo y los cilindros de extracción.

El material a la salida es una cinta peinada, compuesta por fibras más largas que el ecartamiento de la máquina. Debido a los empalmes que contiene (producto del traslape de fibras), presenta una alta irregularidad, que debe ser corregida más adelante.

El *noil* es un subproducto de esta operación, y consta del conjunto de fibras cortas eliminadas por la acción de peinado. Se deposita en un contenedor debajo de la zona de peinado. En algunos casos se reutiliza en mezclas para hilos *a rotor*.

Preparación a la hilatura

La preparación a la hilatura se divide en dos partes:

- Preparación en grueso
- Preparación en fino

La preparación en grueso la realizan los manuares y la preparación en fino, las mecheras.

Manuares

A la cinta ya peinada se le da un pase por un manuar para subsanar su irregularidad, siendo suficiente una sola operación.

Mechera

Es una máquina que estira y tuerce la masa de fibras. El estiraje generalmente se realiza en un tren de 3 rodillos sobre 3 cilindros (3/3) y su valor puede variar entre 4 y 20.

El título de la cinta de alimentación oscila entre 4900 tex a 2460 tex (0,12 Ne a 0,24 Ne), y el título de la mecha de salida puede variar de 2200 tex a 200 tex (0,27 Ne a 3 Ne).

El torcido de la mecha se obtiene por la rotación de las aletas, la mecha ya estirada va de los cilindros de salida hasta el agujero de las aletas y luego es plegada por ésta en la bobina respectiva.

El valor de la torsión se obtiene de la siguiente relación:

$$Torsiones\ \ por\ \ metro = \frac{rpm\ de\ la\ aleta}{velocidad\ de\ salida \quad (m/\min)}$$

El número de revoluciones de la aleta puede llegar hasta 1500 rpm. El rango de torsión que se obtiene en la mechera va de 10 a 100 VPM (0,025 – 0,254 VPP).

Preguntas propuestas

- Calcula la velocidad del cilindro estirador de una mechera, si se sabe que las rpm de las aletas son 1200 y las torsiones por metro de la mecha obtenida son 65.

Respuesta: 18,5 m/min

- ¿Cuántas serán las torsiones/pulgada de una mecha, si el cilindro de salida corre a 17 m/min y las aletas giran a 820 revoluciones por minuto?

Respuesta: 1,2 torsiones por pulgada

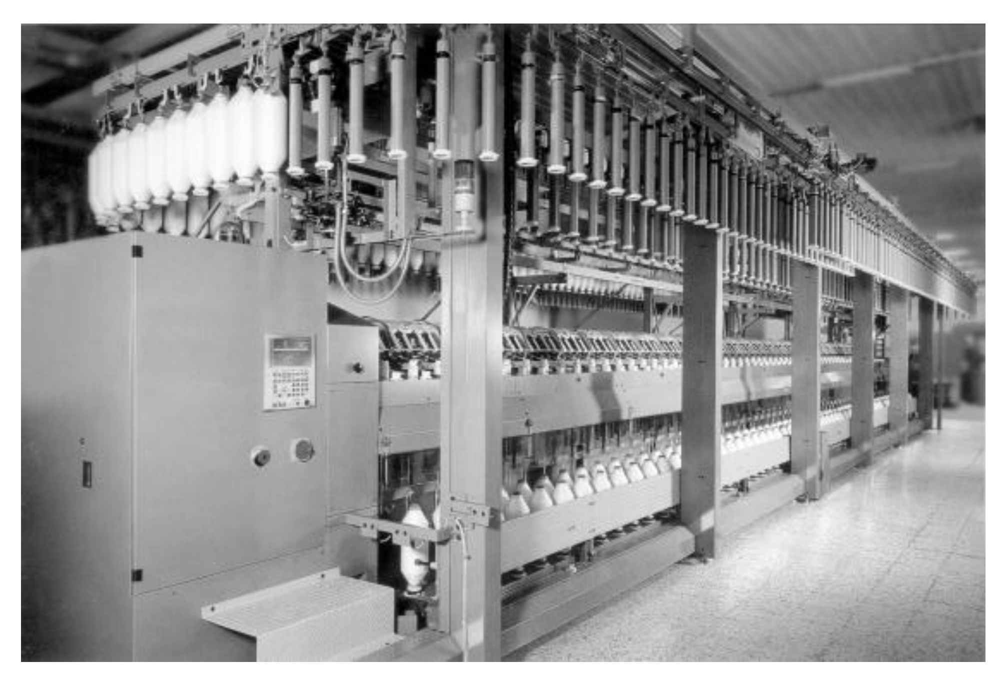


Fig. 44 Mechera con sistema de mudada automática

Hilatura

Se realiza en una continua de anillos, obteniéndose el hilo – de un solo cabo – que se pliega sobre un formato llamado huso, husada o canilla.

PROCESO CARDADO

Preparación a la hilatura

Se realiza la preparación en grueso, con dos pases por el manuar; y la preparación en fino, en la mechera.

Hilatura

Realizada en una continua de anillos

Acabado

Se realiza un bobinado y eventualmente, un retorcido.

PROCESO OPEN END A ROTORES

Preparación a la hilatura

Sólo se hace la preparación en grueso, mediante dos pases por el manuar.

Hilatura

Se realiza en la hiladora a rotor.

HILATURA DE LA LANA

En el sistema lanero tenemos que distinguir tres procesos: cardado, peinado y semipeinado.

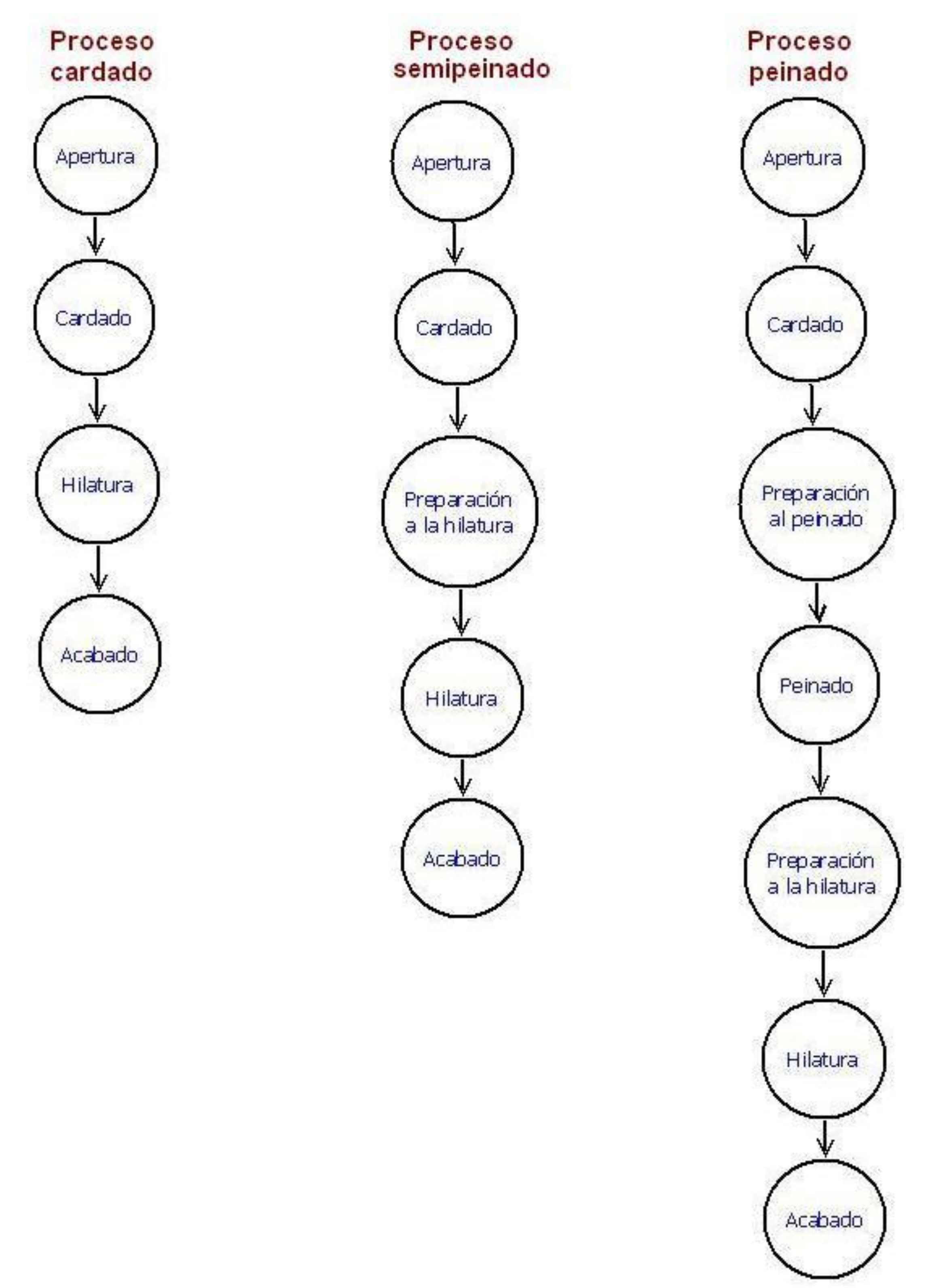


Fig. 45

La fibra de lana antes de la hilatura recibe un tratamiento de lavado (y secado posterior) para remover los aceites y grasas que trae de manera natural. A esta materia prima así tratada se le llama *lana lavada*.

Apertura

Para el proceso de apertura se utilizan abridoras monotambor, cargadoras pesadoras y cargadoras volumétricas muy parecidas a las empleadas para el algodón, adecuando – obviamente – los austes a la mayor longitud y características de las fibras a tratar.

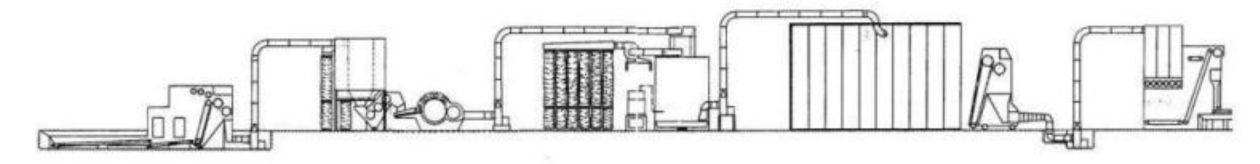


Fig. 46

Una instalación completa para la apertura, mezcla y ensimado de las fibras consta de una cargadora automática, una unidad neumática tipo *by-pass* para facilitar el transporte del material, unas abridoras, un dispositivo de ensimaje[3], una cámara de reposo y la alimentación directa a las cardas.

Cardado

Se efectúa en la *carda de cilindros*. Ésta es similar a la empleada para el algodón, con la diferencia que en lugar de chapones, presenta cilindros recubiertos de guarniciones flexibles, debido a la mayor longitud de la fibra trabajada.

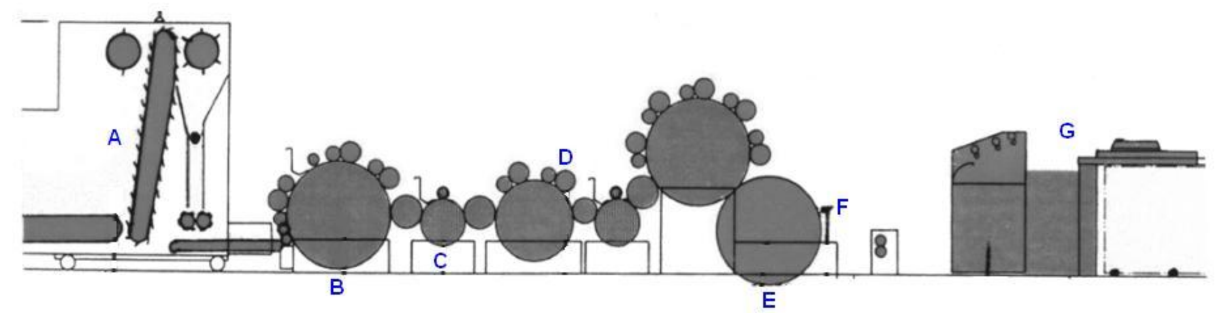


Fig. 47

A. Cargadora automática
B. Cilindro tomador delantero (abridor o *lickerín*)
C. Cilindro Morel (para eliminar restos vegetales)
D. Conjunto disgregador
E. Cilindro condensador (extractor o *doffer*)
F. Peine o serreta
G. Centinela (*coiler*)

Cuando se trabaja para el sistema cardado, la salida de esta máquina no presenta mecanismo formador de cinta (*coiler*), sino que el material (que está en forma de velo luego de ser desprendido por la serreta) es dividido en varias secciones longitudinales y a continuación las fibras de cada

[3] La fórmula de ensimaje consta de lubricantes, antiestáticos y agua, para facilitar el proceso de hilatura, dado que la lana tiende a acumular electricidad estática por rozamiento, hecho que puede generar enredos en los *gills*.

sección son cohesionadas por frote gracias a un par de bandas en constante movimiento transversal. Así cada sección es enrollada en un formato llamado rodete, que se monta luego en la continua.

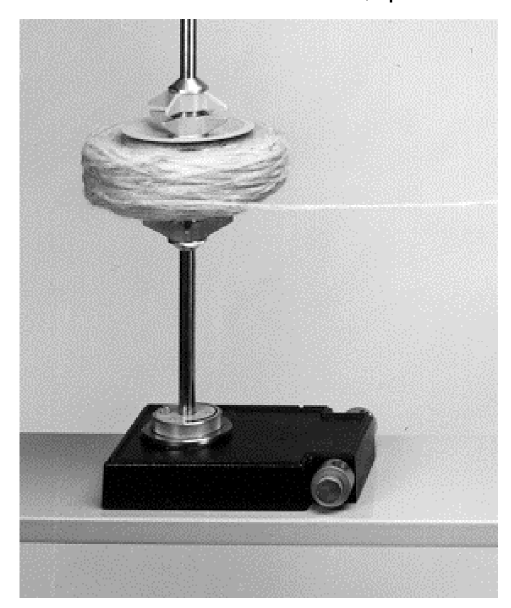


Fig. 48 Rodete o queso obtenido de una carda con divisores

PROCESO PEINADO

Este sistema provee hilados finos, ideales para elaborar casimires, lanillas o calcetines.

Preparación al peinado

Se realiza en las estiradoras, el tipo más común es el de doble lecho de peines intersecantes (*gill intersecting*). El número de pases puede variar de 1 a 3.

Peinado

Se realiza en la peinadora.

Preparación a la hilatura

Luego del peinado, se realiza de la siguiente forma:

- **Preparación en grueso**

  Con 2 o 3 pases por el *gill*.

- **Preparación en fino**

  Donde se le aplica adherencia a las fibras gracias a la torsión (mechera) o al frotamiento (*finisor*).

Hilatura

Se lleva a cabo en la continua de anillos.

Acabado

Se realiza el bobinado y el vaporizado.

PROCESO SEMIPEINADO

Para elaborar hilados de finura media, para chompas, por ejemplo.

Preparación a la hilatura

Se realiza de manera idéntica al sistema peinado, con 2 o 3 pases por *gill* y luego a la mechera o al *finisor*.

Hilatura

Igual que el sistema peinado.

Acabado

Igual que el sistema peinado.

PROCESO CARDADO

Es el proceso más corto, y brinda hilos gruesos e irregulares, utilizados para la confección de frazadas y ponchos.

Hilatura

Se realiza en una continua de anillos, cuya fileta está modificada para sostener los rodetes de mecha que salen de una carda con divisores.

Acabado

Se efectúa el bobinado.

OPERACIÓN DE HILATURA: FORMACIÓN DEL HILO

La operación de hilatura es la que permite la formación del hilo, y hay muchas maneras de realizarla, en este punto las clasificaremos de dos tipos: las convencionales y las no convencionales. Las primeras están universalmente establecidas en la industria gracias a las características del hilo que proveen (regularidad, resistencia) y a las bondades tecnológicas (versatilidad, reducción de operaciones) y económicas (posibilidad de trabajar fibras muy cortas, costos de operación) ofrecidas. Dentro de ellas podemos contar a la hilatura por continua de anillos y a la hilatura de cabo abierto por rotores.

Las hilaturas no convencionales las trataremos más adelante, presentan muchas ventajas respecto a las primeras, aunque tienen campos de aplicación muy específicos, algunas han tenido éxito en algunas áreas y otras no alcanzaron la etapa de comercialización, por lo que se encuentran en desarrollo e investigación.

SISTEMAS DE HILATURA CONVENCIONALES

HILATURA POR CONTINUA DE ANILLOS

Hoy en día es de uso universal y deriva de la continua de aletas (arañas), que puede ser considerada como su predecesora.

Entre el cilindro de salida y el huso, el hilo pasa por un guiahílos en forma de cola de cerdo situado en el eje del huso. Desplazado en relación al eje, el cursor que está accionado por el hilo (y éste a su vez por el uso) da al hilo una vuelta de torsión por vuelta del huso.

El cursor tiene por objeto guiar al hilo de manera que permita al huso el llenado, permitiendo al hilo recibir la torsión. El cursor debe tener un cierto retraso respecto al huso para permitir el llenado del hilo. El retraso del cursor se produce por su rozamiento con el aro. El aro sirve de guía al cursor para su rotación concéntrica en relación al huso y al mismo tiempo para su desplazamiento paralelo al eje del huso.

En su momento, desplazó a la selfactina como proceso estándar de hilatura, pues a diferencia de éstas – cuya producción de hilo era intermitente – se obtenían hilos de forma continua, de allí debe su nombre.

Las continuas de anillos se emplean en las hilaturas de fibras cortas, de fibras largas, y diversidad de materias primas. Provee un hilo de buena calidad y apariencia uniforme, que se toma como referencia para compararlo con hilados obtenidos con otros sistemas.

El rango de densidad lineal es muy amplio, desde hilos muy gruesos a finos.

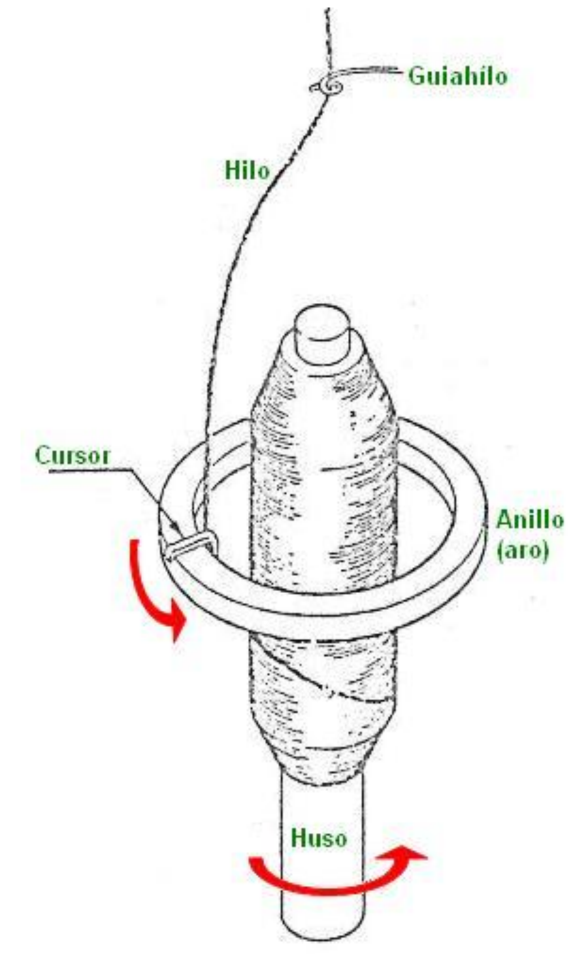


Fig. 49

HILATURA POR COMPACTACIÓN

Es más bien una modificación de la continua de anillos que está mostrando múltiples beneficios. Se obtienen hilos con menor pilosidad, más resistentes, más suaves (ya que se trabaja con menos torsión), se reduce la borra en la hilatura y, en muchos casos, se aumenta el rendimiento en la tejeduría.

En la hilatura por compactación se modifica el tren de estiraje de la continua de hilar para reducir el triángulo de hilatura[4], integrando mejor las fibras emergentes en el núcleo del hilo. En la figura 50 puede verse que la anchura **M** del triángulo de hilatura depende, esencialmente, del número del hilo, de la torsión de la mecha y del estiraje.

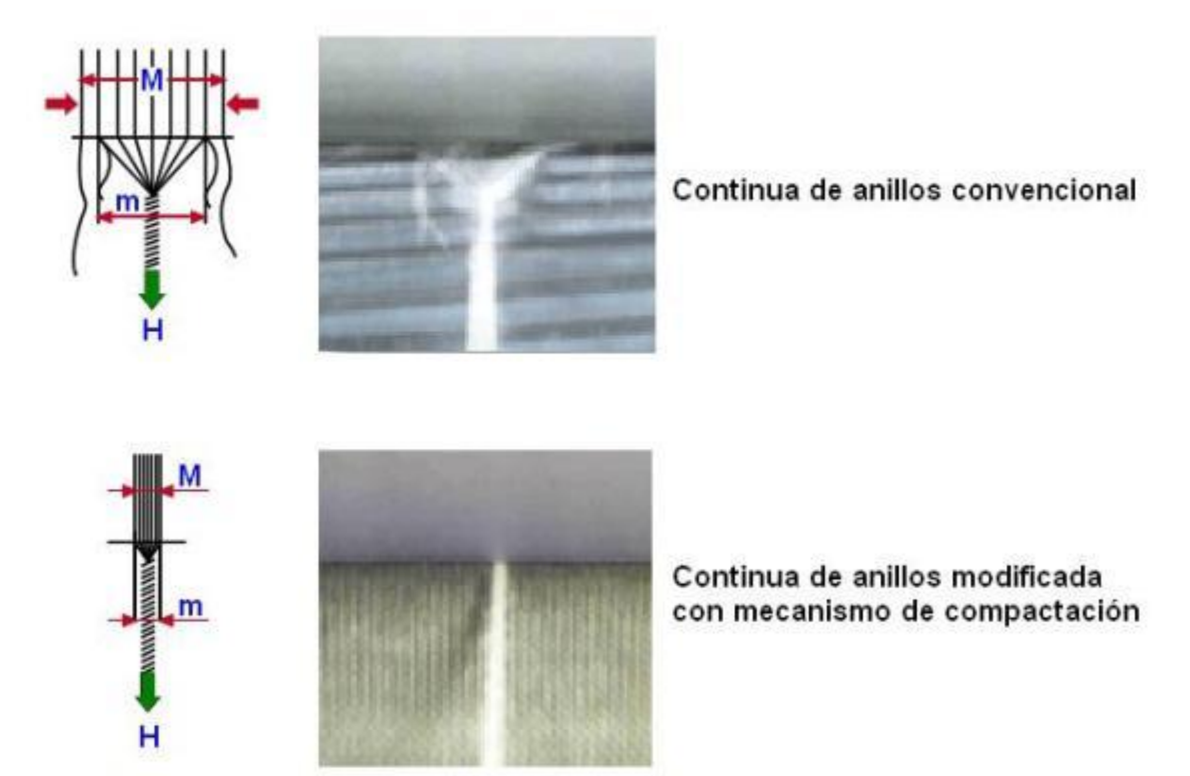


Fig. 50

En la continua de hilar, el triángulo de hilatura **m** es mucho menor que el ancho de mecha **M**, mientras que en la hilatura por compactación se reducen ambos, de modo que se cumple **M** = **m**. Esta modificación recupera el aspecto y propiedades de los hilos obtenidos con bajos estirajes en la continua de hilar pero permite fabricarlos con estirajes altos y a elevadas velocidades.

[4] De acuerdo a la imagen, la base del triángulo es igual a M y su vértice es el punto donde las fibras son cogidas por la torsión. Numerosos estudios revelan que a mayor triángulo de hilatura, hay mayor probabilidad de que las fibras más alejadas no sean atrapadas por la torsión, ocasionando pilosidad.

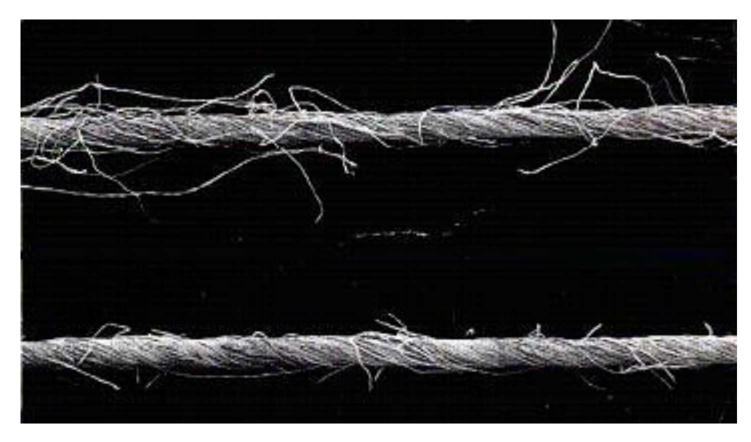


Fig. 51 La imagen superior corresponde a un hilo obtenido en una continua de anillos convencional y la inferior, a un hilo obtenido en la misma continua dotada del mecanismo de compactación.

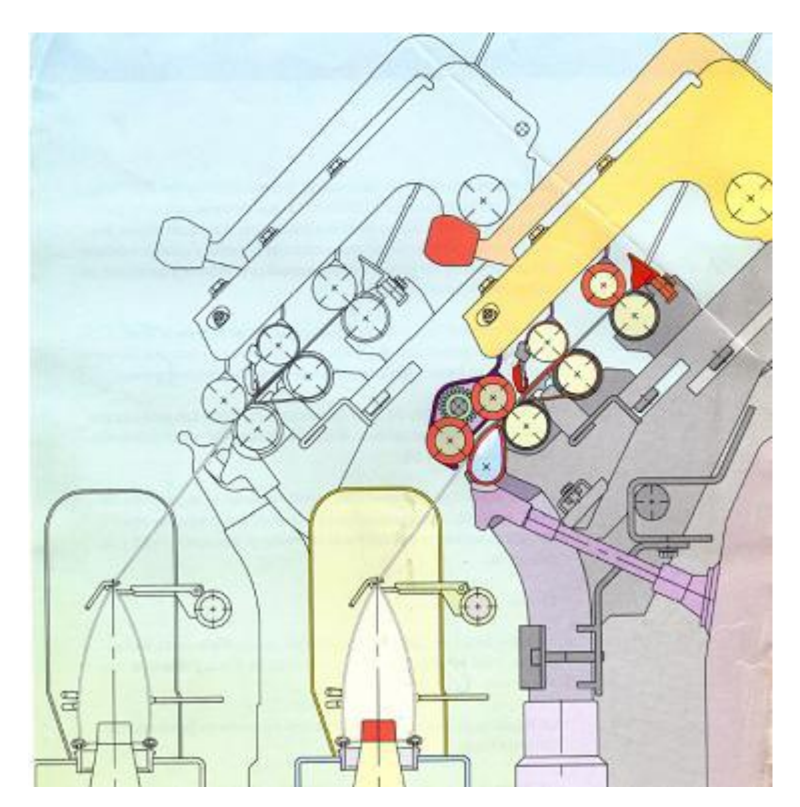


Fig. 52 Comparación entre un tren de estiraje convencional (izquierda) con uno modificado (derecha, a colores) con los elementos necesario para compactar el hilo. A la salida del tren de estiraje hay una banda inferior con agujeros, con succión individual para cada huso, con lo que se consigue además reducir el polvo y las impurezas en el hilo compactado, debido a la aspiración.

HILATURA A ROTOR

Pertenece al grupo de hilaturas de cabo abierto (*Open end*) y presenta la ventaja de hacer hilos a partir de las cintas. Las máquinas de generaciones más modernas permiten la salida de material en forma de bobinas cilíndricas o cónicas (según el modelo y fabricante), además de contar con

dispositivos de purgado y parafinado. Es decir, en el mejor de los casos, permite acortar el proceso de hilatura eliminando a la mechera y la bobinadora.

Su campo de acción abarca la hilatura de fibras cortas (corte algodonero) y fibras largas (corte lanero), y sus respectivas mezclas con fibras manufacturadas (artificiales y sintéticas).

El rango de densidad lineal es más o menos amplio, variando de gruesos a medios.

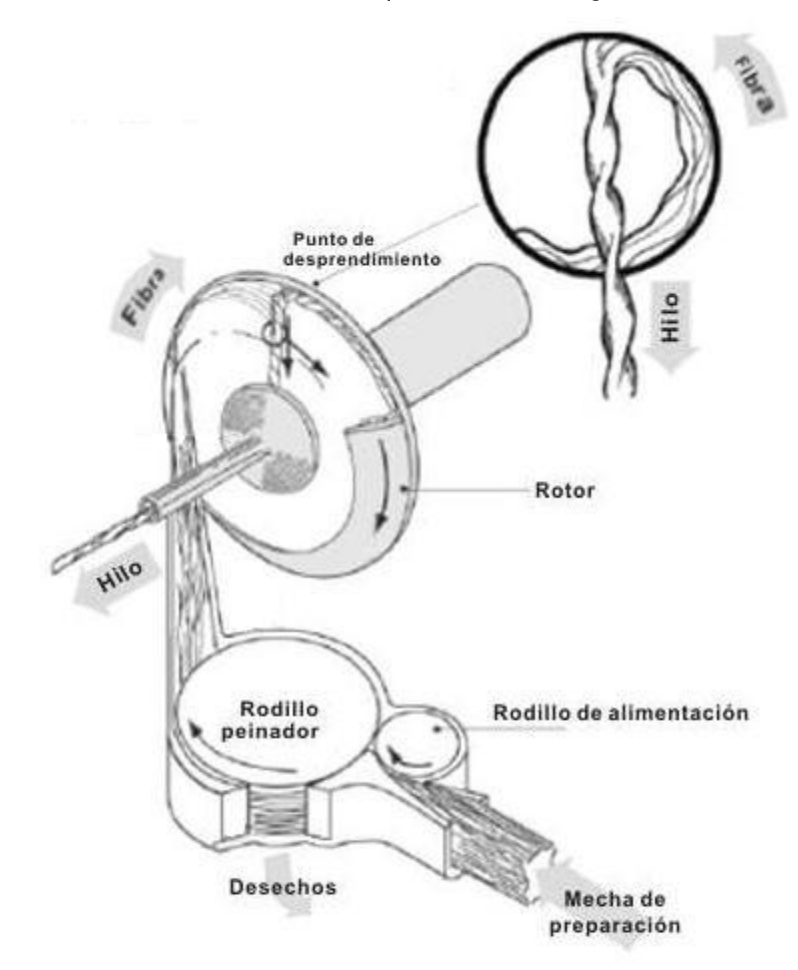


Fig. 53

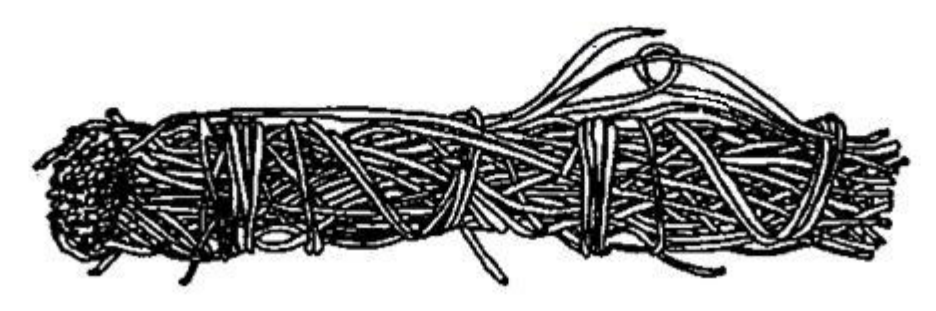


Fig. 54 Estructura de un hilado por rotor, se observa las fibras centrales con torsión y algunas fibras de gavillado, que las envuelven.

SISTEMAS DE HILATURA NO CONVENCIONALES[5]

Los nuevos procesos de hilatura han estado disponibles en forma práctica durante casi cuarenta años, y sin embargo, la mayor cantidad de hilos de fibra cortada se produce en máquinas convencionales.

La continua de anillos ha sido capaz de suplantar casi todos los otros métodos antiguos de hilatura mecánica (*mule-Jenny*, spinnig Jenny, selfactina, continua de arañas, etc) y ha demostrado ser muy resistente a las incursiones de los recién llegados. Esto se puede atribuir principalmente a su:

- flexibilidad,
- aplicabilidad universal, y
- calidad del hilo producido

En cuanto a calidad de hilo, la continua de anillos recientemente ha dado un avance notable con la introducción de la hilatura compacta.

Sin embargo, también existen problemas asociados con la máquina de hilar. Por un lado, esta máquina es difícil de automatizar; por otro, su productividad está actualmente limitada por la velocidad del cursor (alrededor de 45 m/s), la tensión del hilo en el balón y las rpm del huso (alrededor de 25 000), y mejoras importantes sobre aspectos no son fácilmente imaginables. Sólo la búsqueda de nuevas soluciones por lo tanto, ofrece la perspectiva de avances fundamentales en el campo de la hilatura en el futuro. Esta búsqueda se inició en un amplio frente al final de la década de 1960.

Los principales **problemas** de los nuevos procesos de hilatura son:

- Las características del hilo difieren del hilado convencional, que todavía representa el estándar para la comparación
- Dificultades para mantener uniformes las características del hilo
- Mayores exigencias en la materia prima
- Los segmentos del mercado se limitan a:
    - un estrecho margen de títulos
    - determinados tipos de materias primas
    - específicos productos finales
- Un alto nivel de conocimiento del proceso
- Gastos de reparación y mantenimiento.

Sin embargo, en comparación con hilatura de anillos, ofrecen las siguientes **ventajas**:

- Altas tasas de producción
- Eliminación de etapas en el proceso de hilandería
- Una reducción considerable en personal y el espacio
- Relativa facilidad de automatización.

Estas ventajas son convincentes para los productores de hilo y algunos de los procesos de hilatura nuevos tienen una aceptación en el mercado más o menos lograda. Estos sistemas tienen que ser tomados en cuenta en el mediano plazo para diferentes áreas de aplicación, incluso si todavía presentan algunos inconvenientes.

[5] Trataremos brevemente sobre los procesos de hilatura que se han desarrollado siguiendo diferentes técnicas y principios. La hilatura a rotor, dado que ya está plenamente establecida en la industria, la consideramos como convencional.

Sin embargo, los fabricantes de maquinaria, institutos de investigación, y varios inventores independientes ofrecen una variada gama de tecnologías ya desarrolladas o en investigación. El espectro de posibilidades es amplio y un problema es la falta de terminología estandarizada. Algunas veces, la designación genérica de un sistema de hilatura se utiliza (hilado open end), a veces el nombre del proceso en sí (hilatura por fricción), a veces la marca del fabricante (DREF)[6]. La cantidad de literatura disponible es enorme, desafortunadamente, sin embargo, es difícil encontrar una descripción simple, sucinta. Trataremos de proporcionar al lector una visión del conjunto y presentar los principios en términos generales.

Básicamente podemos agruparlos del siguiente modo:

- de cabo abierto
- por torsión-torsión
- por frotamiento
- por falsa torsión
- por envolvimiento
- por envolvimiento con fibras
- por adhesivos

HILATURAS DE CABO ABIERTO (*Open-End*)

En todos los demás procesos de hilatura, una corriente ininterrumpida de fibras avanza continuamente con un adelgazamiento gradual, desde de la alimentación hacia la salida.

En la hilatura de cabo abierto este flujo de fibras se interrumpe, la hebra de fibras se abre en fibras individuales en una posición predeterminada – usualmente por medio de un cilindro disgregador – y las fibras son transportadas en el aire. Esta interrupción o ruptura en el flujo de fibras se logra aumentando su velocidad a niveles muy altos (hasta 100 m/s), por lo que el número de fibras en la sección transversal se reduce a valores tan bajos que pierden el contacto unas con otras. Esto permite impartir la torsión simplemente por la rotación del extremo del hilo, que a su vez tiene una velocidad de rotación significativamente mayor. Sin embargo, la ruptura en el flujo de fibra también conduce directamente a una de las tareas más importantes y difíciles en la hilatura de cabo abierto: el control de las fibras individuales, la alta velocidad del flujo de aire, y la necesidad de volver a recoger estas fibras sin perder su configuración alargada, que es esencial para la formación de un hilo. Este problema muy difícil de la hilatura de cabo abierto puede ser tratado de forma esquemática como se describe a continuación.

---

[6] Quiere darse a entender que puede prestarse a confusión la nomenclatura de un hilado. En el ejemplo, un hilo *Dref* (nombre del fabricante de máquina hiladora) pertenece a la *hilatura por fricción* (nombre del proceso de hilatura), y ésta conforma el grupo de hilaturas *de cabo abierto* (nombre del grupo de procesos).

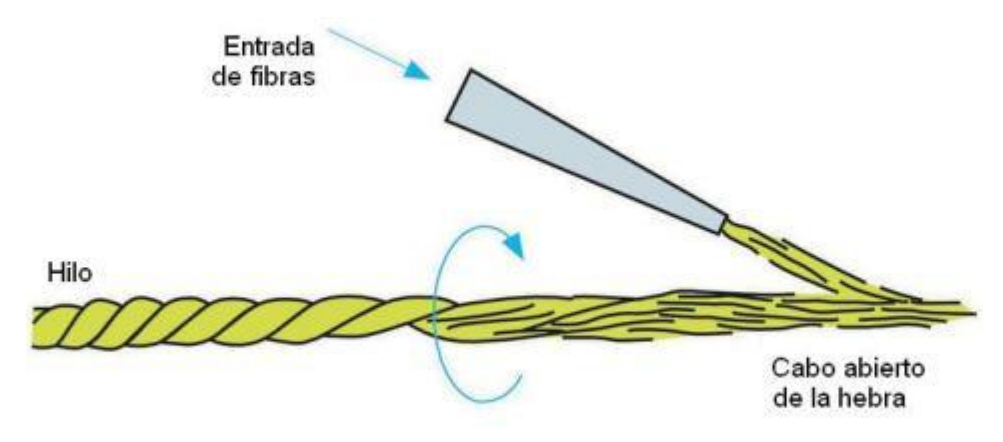


Fig. 55

Un flujo constante de fibras individuales separadas es llevado hacia el extremo giratorio del hilo. A modo de un cepillo el extremo abierto del hilo toma las fibras puestas en contacto con él y continuamente las une en el hilo con la ayuda de un movimiento giratorio continuo. El hilo formado continuamente se retira y devana en una bobina cruzada.

De acuerdo al dispositivo utilizado para volver a unir las fibras separadas, se distingue entre:

- Hilatura a rotor
- Hilatura electrostática
- Hilatura por vórtice de aire (*Air-vortex*)
- Hilatura por fricción
- Hilatura por disco.

De todos ellos, la hilatura a rotor se ha extendido tanto en todo el mundo que ha alcanzado mucha importancia.

HILATURA ELECTROSTÁTICA

Varios equipos de investigación, entre ellos algunos de la antigua Unión Soviética, han investigado las posibilidades de formar hilos de fibra cortada con la ayuda de campos electrostáticos. Sin embargo, sólo el proceso propuesto por el Instituto Battelle ha tenido cierto grado de éxito. La Corporación Electrospin (EE.UU.) demostró una máquina de hilar experimental basado en este principio en la ITMA 1971 en París.

Sin embargo, poco se ha oído hablar de la hilatura electrostática desde entonces. En el proceso basado en el principio Battelle, una mecha (1) tomada de la pabilera pasa por un sistema de estiraje convencional de doble bandita (2) y se somete a un estirado de hasta 80 veces. Las fibras salen libremente del cilindro delantero. A continuación deben ser recogidas para formar una hebra y ser torcidas para formar un hilo. La primera de estas operaciones se realiza por el campo electrostático, y la torsión se lleva a cabo gracias a un dispositivo (4).

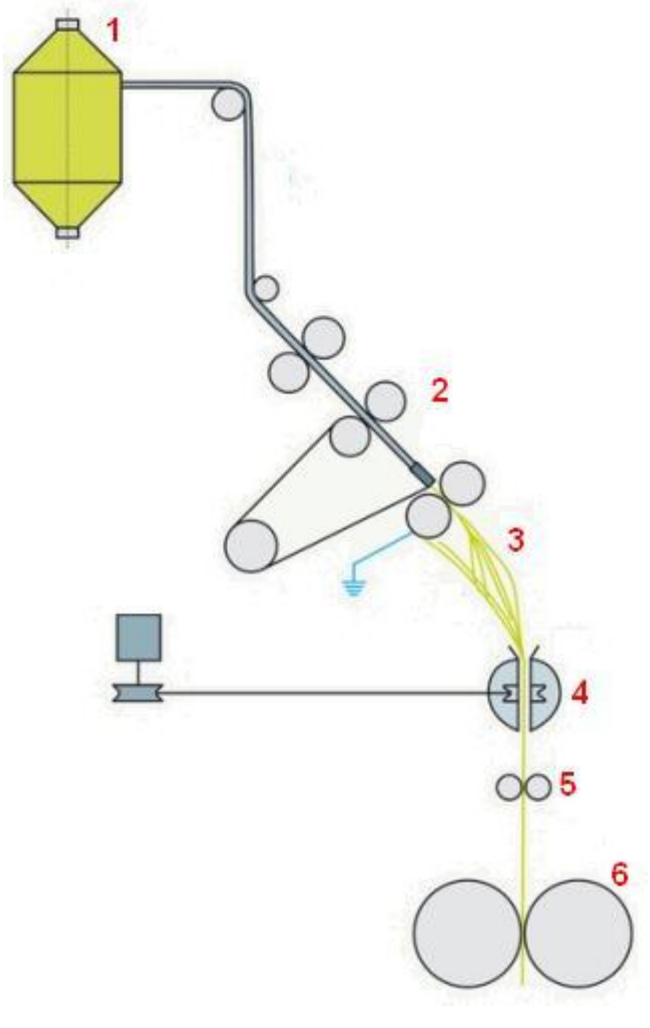


Fig. 56

La torsión no presenta problemas, la complejidad de este método reside totalmente en el campo electrostático generado entre el rodillo delantero y el dispositivo de torsión (4), la puesta a tierra del rodillo delantero y la aplicación de un voltaje alto (alrededor de 30 000 - 35 000 V) para el dispositivo de torsión. Este campo tiene que acelerar las fibras y guiarlas hacia el extremo de hilo (3) mientras se mantiene la configuración alargada de las fibras. Cuando las fibras entran en este campo, adquieren cargas eléctricas y forman dipolos, es decir, un extremo se carga positivamente y el otro negativamente. El extremo abierto (3) del hilo se proyecta desde el elemento de torsión hacia el campo electrostático. Esta hebra está cargada negativamente y por lo tanto siempre es atraída al rodillo delantero.

Debido al patrón del dipolo, existe un grado alto de fibras enderezadas entre el rodillo delantero y el elemento de torsión. Las fibras que salen del rodillo se aceleran y son atraídas por la hebra, como resultado de las cargas de ambas partes, uniéndose continuamente a ella. Dado que el hilo gira, las fibras se unen entre ellas por torsión. El hilo que se forma continuamente se retira por medio de rodillos de tracción (5), y pasa a un dispositivo de recogida (6) para enrollarse en una bobina cruzada.

El problema asociado con este proceso es la formación de un hilo en un campo electrostático, como sigue:

a. La carga de las fibras, y por lo tanto su comportamiento en la zona de hilatura, depende de la humedad del aire. Por consiguiente, para cada tipo de fibra, debe ser creado un entorno específico y altamente uniforme. La máquina necesita trabajar en un ambiente climatizado.

b. La carga de cada fibra, y por lo tanto su movimiento, depende de su masa. Las fibras cortas con baja masa se comportan de manera diferente que las fibras largas.

c. Un limitado número de fibras debe ser colocado sobre en el campo electrostático, porque de lo contrario causa perturbación durante la carga y la formación de los dipolos. Sólo hilos finos por lo tanto, pueden ser producidos.

d. El mismo efecto se observa con el rendimiento a altas velocidades; hay un límite en la tasa de producción.

Debido a estos problemas, la hilatura electrostática no tiene ninguna posibilidad de ser utilizado en las hilanderías.

HILATURA POR VÓRTICE DE AIRE

Se han hecho extensas investigaciones y las pruebas han sido realizadas por Goetzfried y Lord. Sin embargo, esta tecnología fue llevada a la madurez industrial por la empresa polaca Wifama-Polmatex. Varias máquinas de este tipo están o han estado en uso experimental en Polonia, sin embargo, nunca este sistema de hilado industrial logró un éxito real.

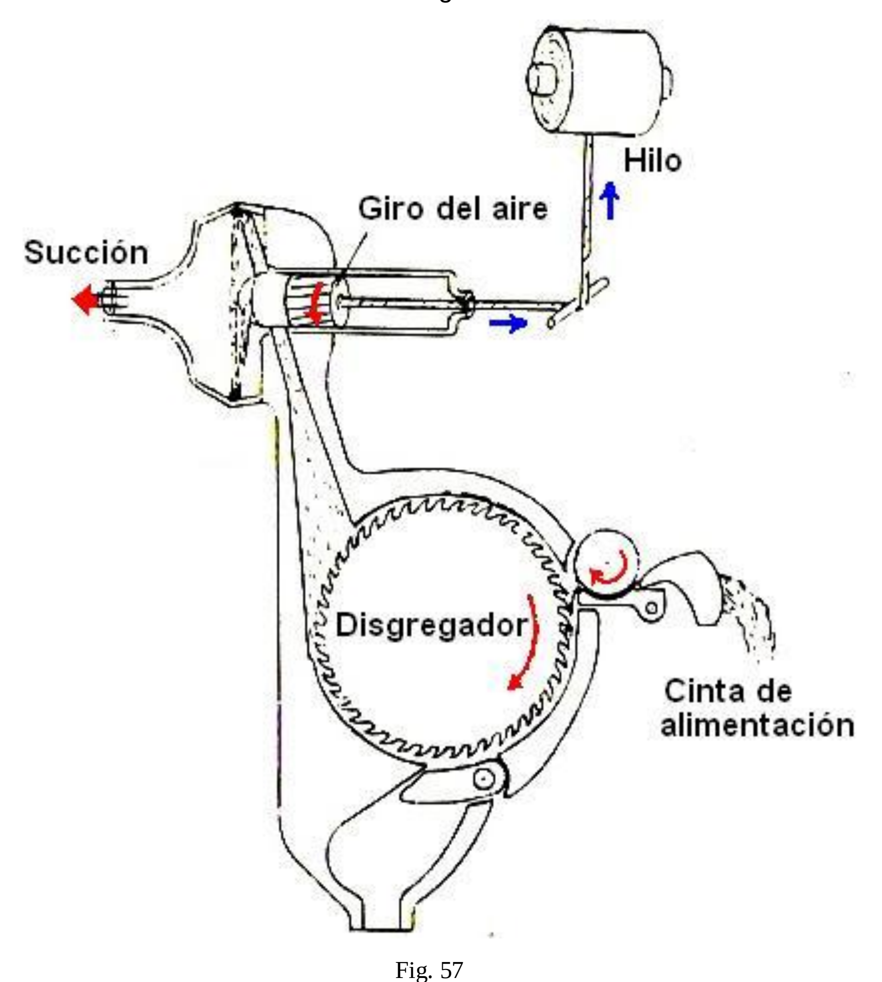


Fig. 57

En este método de hilatura, el hilo se forma por un vórtice de aire en un tubo (1). Para este propósito, el aire es aspirado por una bomba de vacío (6) en el tubo a través de las ranuras tangenciales (2). Este aire de entrada se desplaza hacia arriba a lo largo de la pared del tubo en espiral y finalmente llega al sello superior del tubo (3). Como la parte superior del tubo está cerrado, el aire fluye entonces hacia el centro del tubo y se mueve abajo hacia la fuente de vacío. Así, un vórtice de aire (5), girando continuamente en la misma dirección, es generado en la junta (3).

El material compuesto de fibras ingresa en el sistema a través de una abertura (4). La corriente de aire ascendente atrapa las fibras y las transporta hacia arriba, al vórtice (5). Para formar el hilo, un extremo abierto del mismo se introduce en el tubo a través de un pasaje en el sello superior (3). El vórtice coge este extremo y gira en círculos a su alrededor, y las fibras de la misma forma. Dado que la longitud superior del hilo se mantiene por los rodillos de tracción y el extremo inferior está girando, cada revolución del extremo del hilo en el vórtice inserta una vuelta de torsión al hilo.

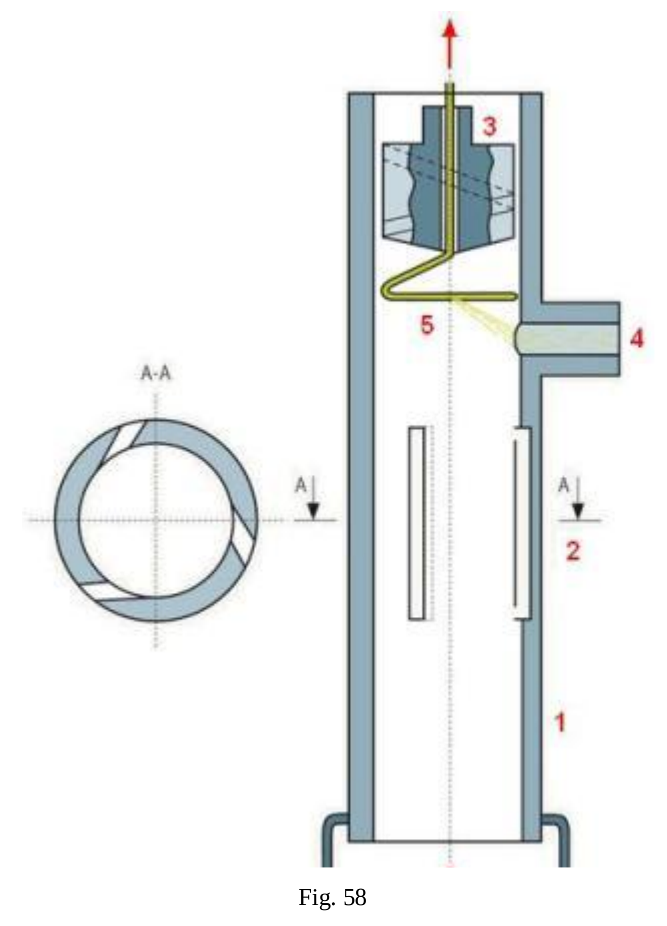


Fig. 58

La formación del hilo en sí surge porque el extremo giratorio de la hebra encuentra en el vórtice una multiplicidad de fibras flotantes y rotantes, que son capturadas por aquel y por lo tanto, son continuamente torcidas.

Un problema asociado es el mantener una buena configuración de las fibras para alcanzar el orden correcto en su unión, o sea, para obtener una resistencia adecuada en el hilo. Por esta razón, se han utilizado principalmente fibras sintéticas con la mayor uniformidad posible. Una segunda deficiencia es la variabilidad en el grado de torsión en el hilo obtenido. De hecho, la velocidad de rotación del conjunto de fibras en el vórtice (5) no es constante, debido a sus variaciones de masa. Por lo tanto, la torsión impartida al hilo también varía en función del tiempo. Por otra parte, una ventaja importante del proceso es la ausencia de cualquier tipo de piezas de máquina que giren rápidamente.

HILATURA POR FRICCIÓN

Este proceso está incluido en el grupo *Open-end* porque la masa de fibras (cinta de manuar) se debe abrir completamente en fibras individuales y se reúnen formando un hilo. La formación éste se lleva a cabo mediante succión para llevar las fibras individuales al acoplamiento con el extremo abierto giratorio del hilo, por ejemplo mediante tambores perforados con un vacío interno.

El enlace de fibras y la fuerza impartida se efectúan por el giro continuo del extremo del hilo en la zona de convergencia de los dos tambores. Esta rotación se genera por fricción en la superficie del tambor. El hilo es formado en la región convergente mediante la reunión de fibras que se ligan, es retirado continuamente y luego, enrollado en una formato de bobinas cruzadas.

La finura del hilo resultante se determina por la masa (de fibras) de alimentación por unidad de tiempo y la velocidad de retirada del hilo, las torsiones se determinan por la relación entre las revoluciones del extremo del hilo y la velocidad de retirada.

La velocidad a la que se imparte torsión al hilado es notablemente inferior a la que se esperaría a partir de la rodadura del extremo del hilo entre los dos tambores. Este hecho, que a menudo se atribuye al deslizamiento, es el resultado de factores muy complejos durante el proceso de formación del hilo.

Los límites económicos y tecnológicos de las hilaturas por fricción, a rotor y por continuas de anillos se encuentran en aproximadamente el mismo rango de valores. Estos sistemas son competidores directos en el mercado.

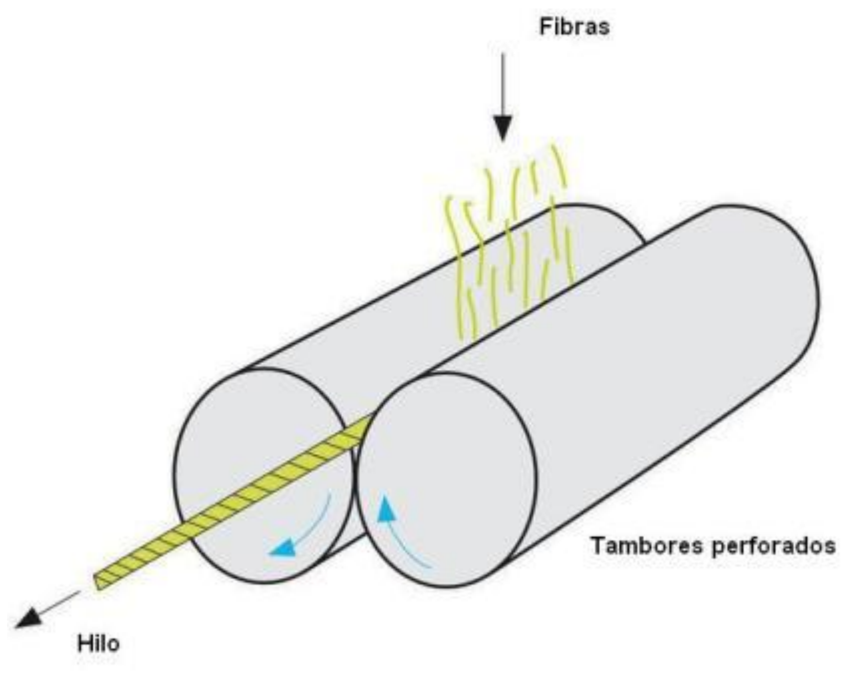


Fig. 59

Hilatura Dref

Es una técnica adecuada fabricar hilados gruesos e hilados recubiertos. Los hilos Dref son voluminosos, con baja resistencia a la tracción, adecuados para la confección de mantas y trapeadores para pisos. Fue desarrollado en 1975 por Ernst Fehrer[7].

Presenta varias generaciones: Dref I, Dref II, Dref III, Dref V, Dref-2000 y Dref-3000[8].

En este tipo de hilatura lo que más influye en la hilabilidad es el coeficiente de fricción fibra-fibra, seguido de la resistencia de las fibras, finura, uniformidad de longitud y limpieza.

[7] DREF es el acrónimo del nombre del inventor: **Dr**. **E**rnst **F**ehrer

[8] Las versiones Dref III y Dref 3000 las clasificaremos dentro del grupo de *procesos con falsa torsión*

Esquema del sistema Dref-2000

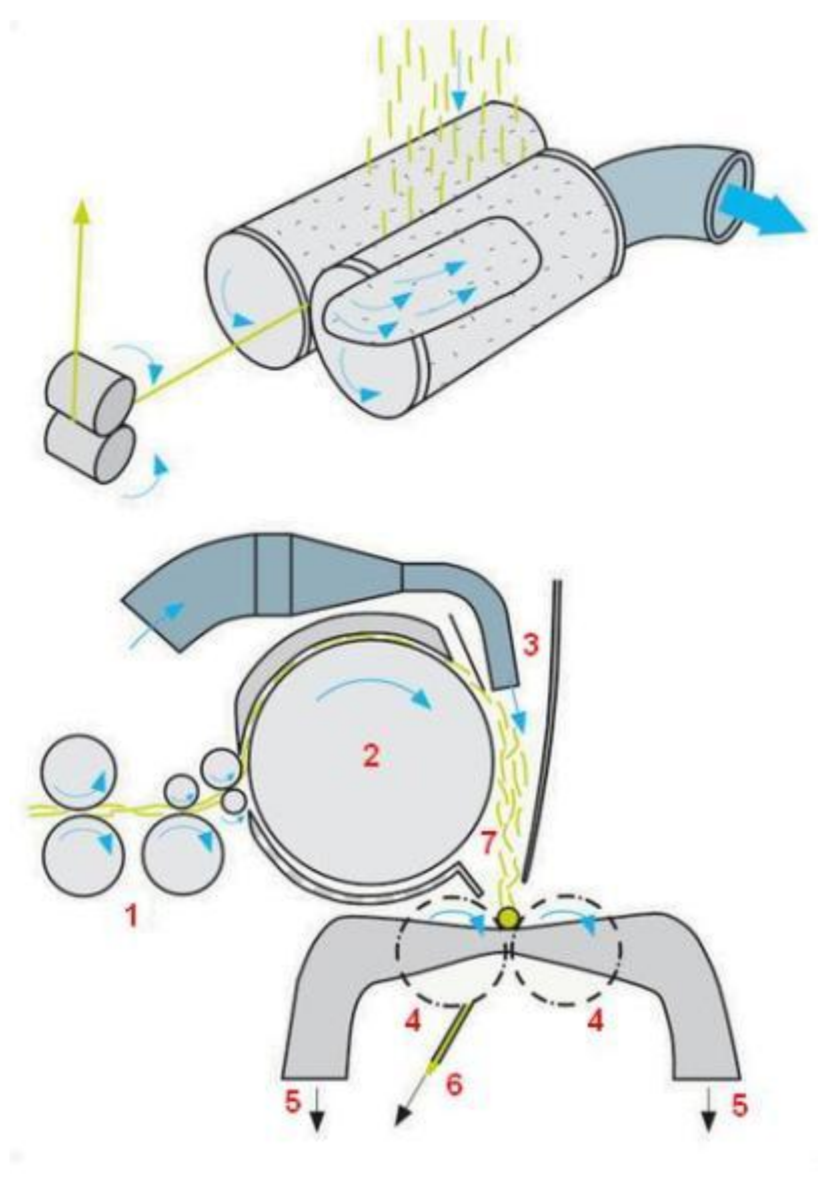


Fig. 60

Una o más cintas de carda se presentan al cilindro abridor principal (2) – un tambor revestido con dientes de sierra – después de salir de un dispositivo de estiraje (1). Mientras que este elemento ejecuta un leve estirado, el cilindro (2) abre las cintas en fibras individuales. Las fibras separadas de este modo son separadas del cilindro abridor por un ventilador (3) y forman una nube (7), que desciende hacia dos tambores perforados (4). Un flujo de aspiración (5) dentro de los tambores alcanza a las fibras en la región donde ambos convergen. El extremo abierto del hilo (6) se proyecta en esta zona y también es aspirado hacia los tambores perforados. Dado que éstos giran, el hilo gira también sobre la zona de convergencia. Las nuevas fibras que llegan se ponen en contacto con el hilo giratorio y son atrapadas y torcidas. Es necesario retirar el hilo de manera continua para que más nuevas fibras lleguen a la zona de convergencia y el hilo.

El sistema Dref-2000 es adecuado para la producción de hilos gruesos (de fibras discontinuas medias a largas) e hilos de material reciclado.

Masterspinner (Platt Saco Lowell)

Una cinta de manuar (2) se extiende desde un bote (1) hacia un dispositivo de apertura. Este consiste en un cilindro de alimentación (3) y un cilindro abridor (4), que abre la masa de fibras de la misma forma que el disgregador (cardina) en la hilatura de rotor.

Las fibras – ya individualizadas – pasan a través de un canal de forma especial (5), transportadas por un flujo de vacío dentro de un rodillo de aspiración (6) hasta la región de convergencia entre los dos rodillos de fricción. Como se mencionó anteriormente, uno de estos rodillos está perforado para actuar como un rodillo de aspiración (6), mientras que el segundo rodillo es sólido. Un hilo (8) está formado en la zona convergente por el método ya descrito y pasa a través de cilindros de entrega (9) y de bobinado (10) a una bobina de espiras cruzadas (11).

Un número de máquinas de diez cabezales y unas pocas a escala completa con 144 cabezales fueron entregadas en la década de 1980. Sin embargo, estas máquinas no han tenido éxito en el largo plazo, principalmente por dos razones:

- Inadecuada resistencia del hilo, es decir, poca utilización de las propiedades de la fibra,
- Inconsistencia de los resultados

Por tanto, las Masterspinner han desaparecido del mercado.

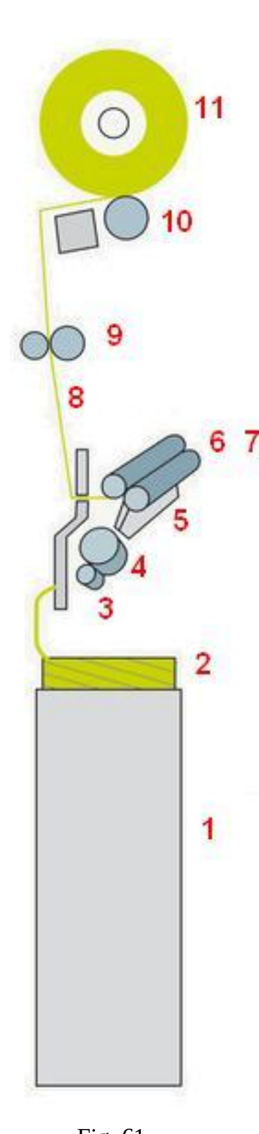


Fig. 61

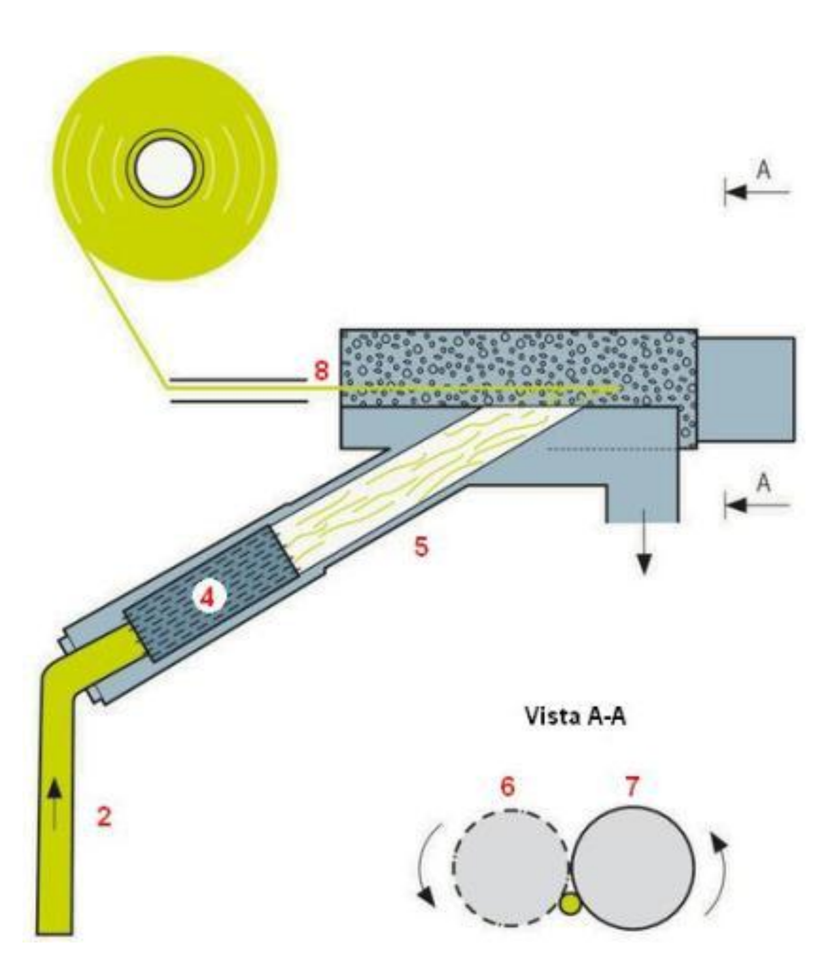


Fig. 62 Órganos de trabajo de la Masterspinner

HILATURA POR DISCO

La *Discspinner* fue desarrollada por la Universidad de Manchester. En la figura 63 se muestra que, como en el caso de la mayoría de procesos de hilatura de cabo abierto, una cinta de manuar (1) se hace pasar a través de un dispositivo de alimentación (2) para el cilindro abridor (3), que la disgrega en fibras individuales. Un ventilador genera un vacío parcial (corriente de aire 8) en el disco (4), y llega a las fibras en la superficie del disco perforado (disco giratorio 4). El extremo abierto del hilo (5) es arrastrado por succión a esta zona de giro, que se encuentra frente al cilindro abridor. El hilo continuamente recibe torsión por un elemento externo rotatorio (6), de modo que el extremo abierto del hilo está continuamente rodando sobre la superficie perforada del disco giratorio. Esto a su vez provoca la rodadura de las fibras en el extremo del hilo y por lo tanto, conduce a la continua formación del mismo, de acuerdo con el principio de hilatura de cabo abierto.

El hilo formado de esta manera simplemente tiene que ser retirado por los rodillos de tracción (7) y enrollado en una bobina cruzada.

Es una característica interesante de este proceso que la recogida y la torsión de las fibras se separan, son llevadas a cabo por elementos diferentes. Esto hace posible el uso de varios tipos de elemento de torsión; así el proceso se hace muy flexible. Sin embargo, nunca se ha avanzado más allá de la fase de desarrollo.

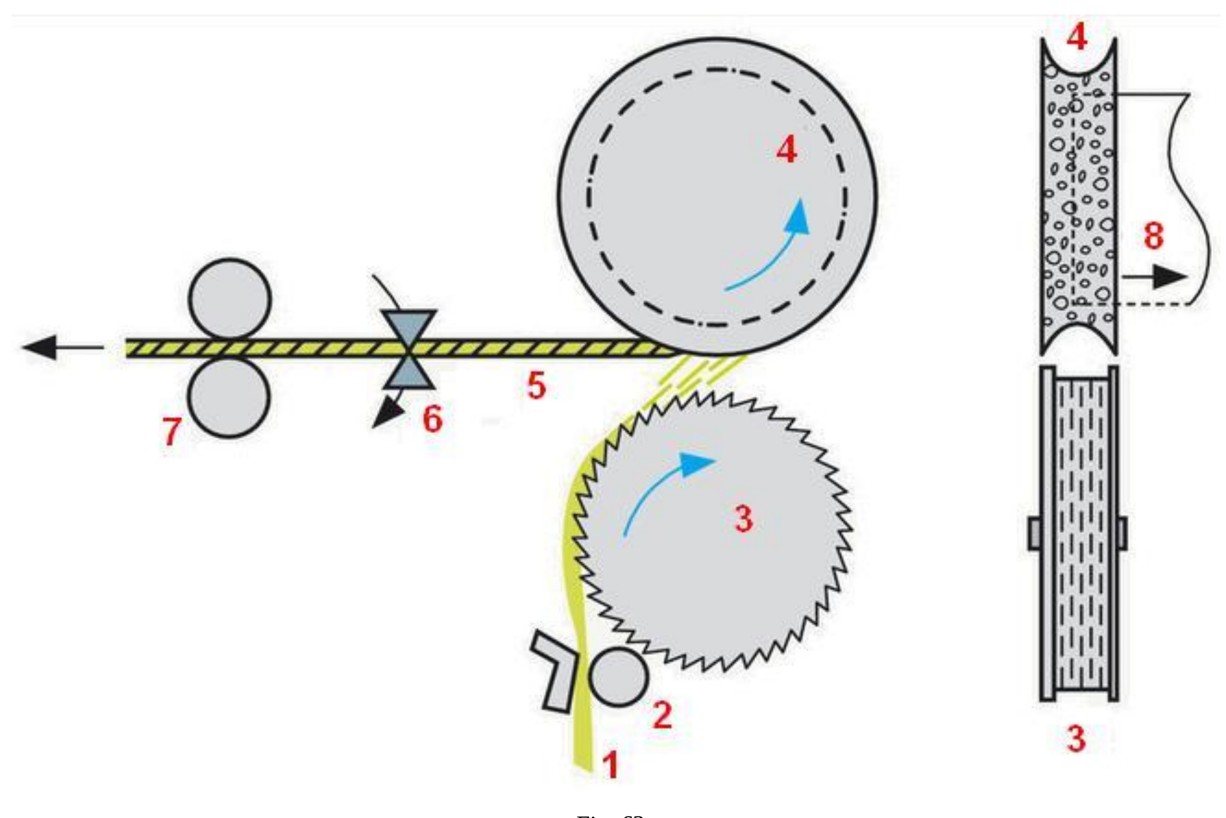


Fig. 63

HILATURA CON TORSIÓN-TORSIÓN

Este es un proceso que se conoce desde hace algún tiempo, pero se ha redescubierto en los últimos años. Hoy en día se utiliza principalmente en las hilanderías de lana peinada. Hay dos sistemas disponibles:

- *Duospin*, de Ems SA y Huber and Suhner AG, y
- *Sirospun*, de Zinser Textilmaschinen GmbH.

La diferencia – único aspecto patentable del proceso – se encuentra en el procedimiento adoptado cuando uno de los dos cabos que salen del tren de estiraje. En el proceso Duospin, los dos hilos se retuercen casi instantáneamente, mientras que el sistema Sirospun posterga la torsión durante un breve momento.

El modo de funcionamiento se muestra en las figuras 64 y 65. Dos mechas pasan individualmente a través de un ligeramente modificado tren de estiraje de una continua de anillos convencional. Las mechas, ya adelgazadas por un estiraje de rango normal, dejan el cilindro de salida por separado. En este punto, cada una es sometida a torsión generada por un dispositivo común, por lo que, dentro del triángulo de hilatura, se tuercen y forman dos hilados sencillos, y éstos son simultáneamente unidos para formar un hilo compuesto.

Cada una de las dos hebras individuales y el hilo compuesto resultante contiene torsión, y la dirección de ésta es la misma para ambos cabos y el producto compuesto. Esta torsión-torsión (ZZ o SS) produce un hilo más compacto y con un núcleo más firme que el hilo retorcido convencional (ZS o SZ). Para trabajar bajo este sistema, es necesario añadir varios componentes auxiliares a la máquina de hilatura y ampliar la fileta para dar cabida al doble del número usual de bobinas.

Este proceso de hilatura, que ya está en uso en la hilatura de estambre (lana peinada), ofrece principalmente ventajas económicas, ya que la producción de las máquinas de hilatura de anillos y de bobinado se duplica (dos extremos en lugar de uno a aproximadamente la misma velocidad). Además, se prescinde del doblado y el retorcido.

En la hilatura de estambre, la hilatura con torsión-torsión, ha asegurado una parte del mercado. Sin embargo, debido a su estructura de torsión distinta, no puede sustituir completamente al proceso convencional de retorsión.

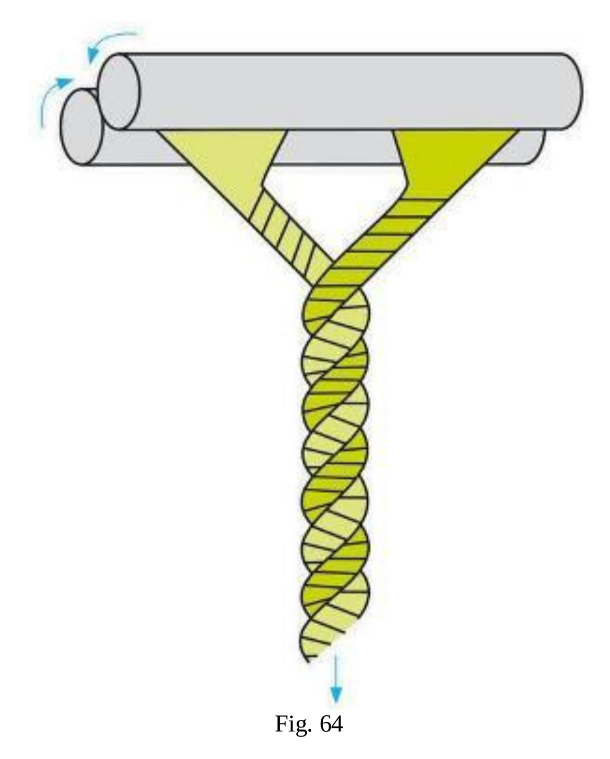


Fig. 64

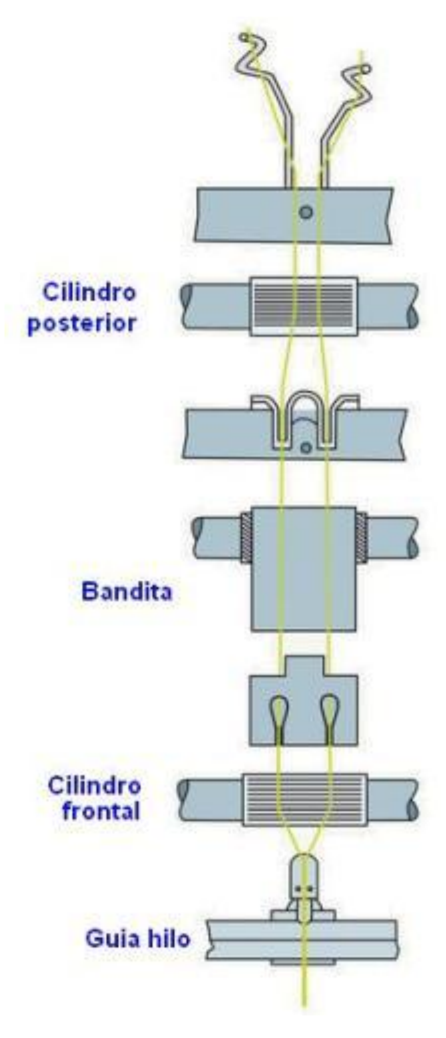


Fig. 65 Hilatura Sirospun, de Zinser

HILATURA POR FROTAMIENTO

Este sistema de hilatura fue desarrollado en Australia por el centro de investigación CSIRO (*Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization*).

Una hebra de fibras pasa entre rodillos con movimiento alternativo, que le otorgan torsión, pero en sentidos alternados (longitudes cortas de direcciones Z y S). En el momento de la distorsión se libera estas vueltas de torsión. Sin embargo, si dos cabos con el mismo sentido de torsión pasan en paralelo, adyacentes entre sí, el momento distorsión ya no puede actuar por separado sobre los hilos individuales, sino que actúa sobre los dos juntos para torcer los cabos entre sí. Un hilo doble se obtiene con una dirección continuamente cambiante de giro: torsión Z donde los cabos individuales son S, y giro S donde los hilos torsión Z, tal como se observa en la figura 66.

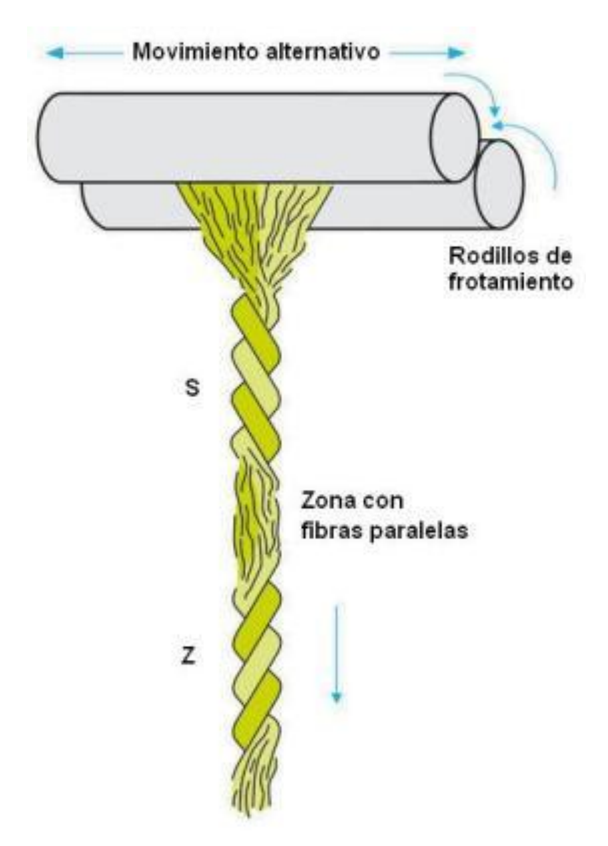


Fig. 66

Sin embargo, puesto que la carrera de los cilindros de frotamiento tiene puntos de inversión, siempre hay una pequeña longitud de hilos que quedan sin torsión entre cada sección de torsión Z y la sección contigua de torsión S. El hilo resultante tampoco tendrá ninguna torsión en esta zona (figura 67). Este hilo es débil y no puede enrollarse o someterse a procesos posteriores.

Con el fin de obtener una resistencia adecuada a pesar de estas zonas libres de torsión, no se puede permitir que ambos cabos estén en paralelo, en su lugar debe aplicárseles un movimiento relativo. Entonces se genera torsión S cuando un cabo presenta torsión Z (con torsión nula en el segundo cabo) o donde ambos tengan torsión Z. Del mismo modo, el hilo plegado tendrá torsión Z donde al menos un cabo tenga torsión S (con torsión nula en el otro cabo) o donde ambos presenten torsión S. Si una sección de hilo con torsión S se junta con otra sección de torsión Z – no se puede evitar esto – las fuerzas de torsión se estabilizan entre sí de modo que no hay resultados de retorsión.

El hilo doble obtenido con este proceso por lo tanto, siempre se compone de tres zonas dispuestas sucesivamente (figura 68):

- Hilo doblado con torsión S derivado de dos cabos con torsión Z, con uno de los cabos que presenta una longitud corta libre de torsión;
- Dos cabos en paralelo sin retorcer, uno con torsión S y el otro, con Z;
- Hilo doblado con torsión Z, donde los cabos tienen torsión S, con uno de ellos exhibiendo una longitud corta sin torsión.

En lugar de un importante punto débil (fig. 67), tres pequeños puntos débiles se han creado. Este hilo doble tiene suficiente resistencia para permitir el bobinado, pero no para procesos posteriores. Para ese propósito, debe torcerse nuevamente. Sin embargo, puesto que el hilo plegado ha alternado vueltas de torsión, se obtiene un hilo retorcido con continua variación de torsiones en secciones diferentes (fig. 69).

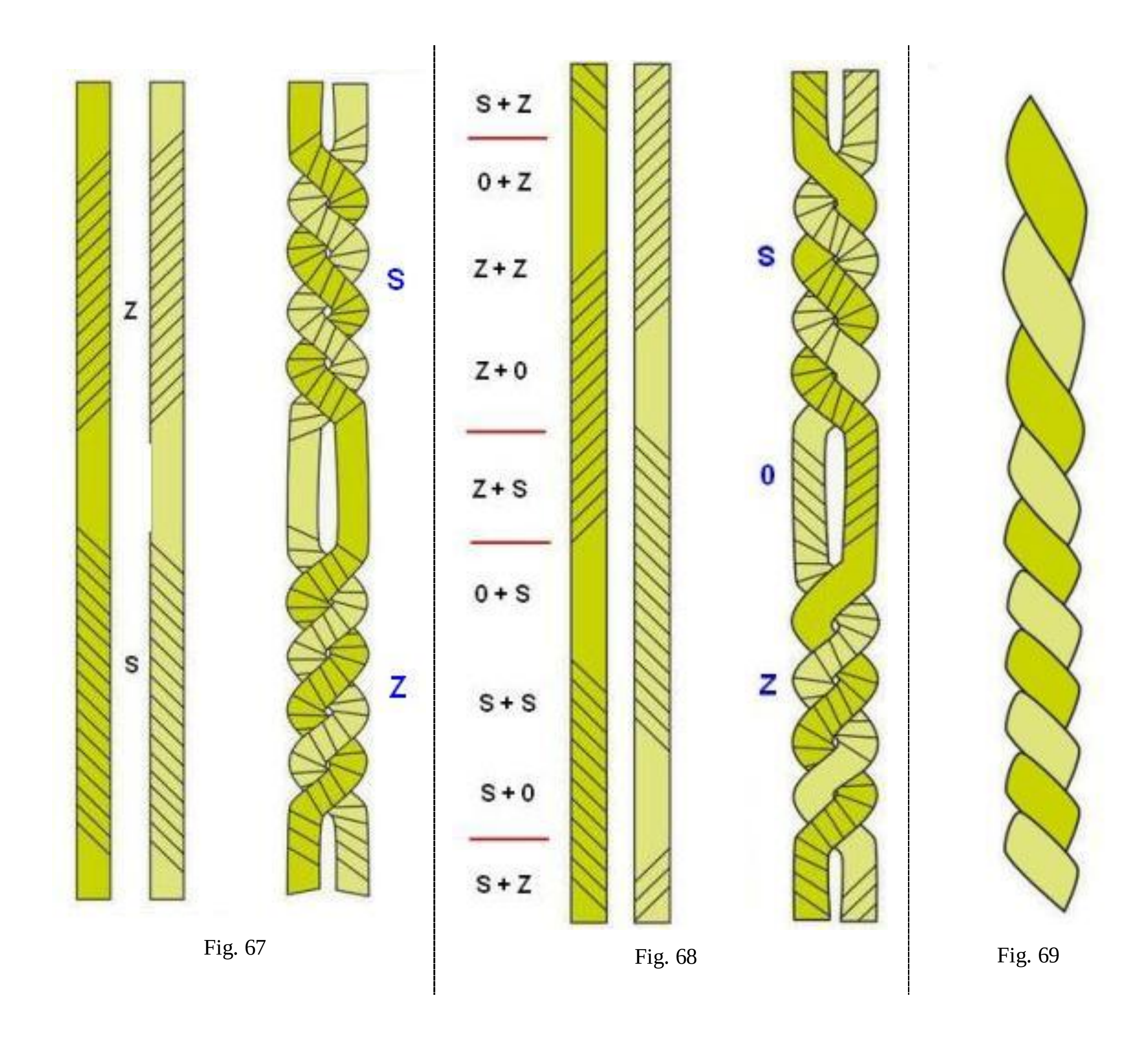


Fig. 67

Fig. 68

Fig. 69

Hilatura Repco (Platt Saco Lowell)

Platt Saco Lowell obtuvo una licencia de CSIRO para el proceso de hilatura con auto-torsión. La máquina correspondiente ha sido llamada la Spinner Repco.

Ocho mechas de alimentación (2) van desde una fileta (1) a un sistema de estiraje de doble bandita (3), donde se estiran en un rango normal (fig. 70). Un dispositivo de fricción (4) linda con la zona de estirado y consta de dos rodillos de fricción con movimientos alternativos. Al pasar a través de este dispositivo, los cordones de fibras que salen de la zona de estirado son sometidos a torsión alternada. Antes de que las vueltas de torsión se cancelen una a la otra, los cabos emparejan en una fase de desplazamiento (fig. 68). Esto produce a los hilados dobles la anteriormente descrita auto-torsión. Los cuatro hilos pasan a un dispositivo de bobinado (5), donde se enrolla en bobinas cruzadas. Este proceso es adecuado exclusivamente para la hilatura de fibras largas y por tanto se utiliza únicamente en las hilanderías de lana peinada.

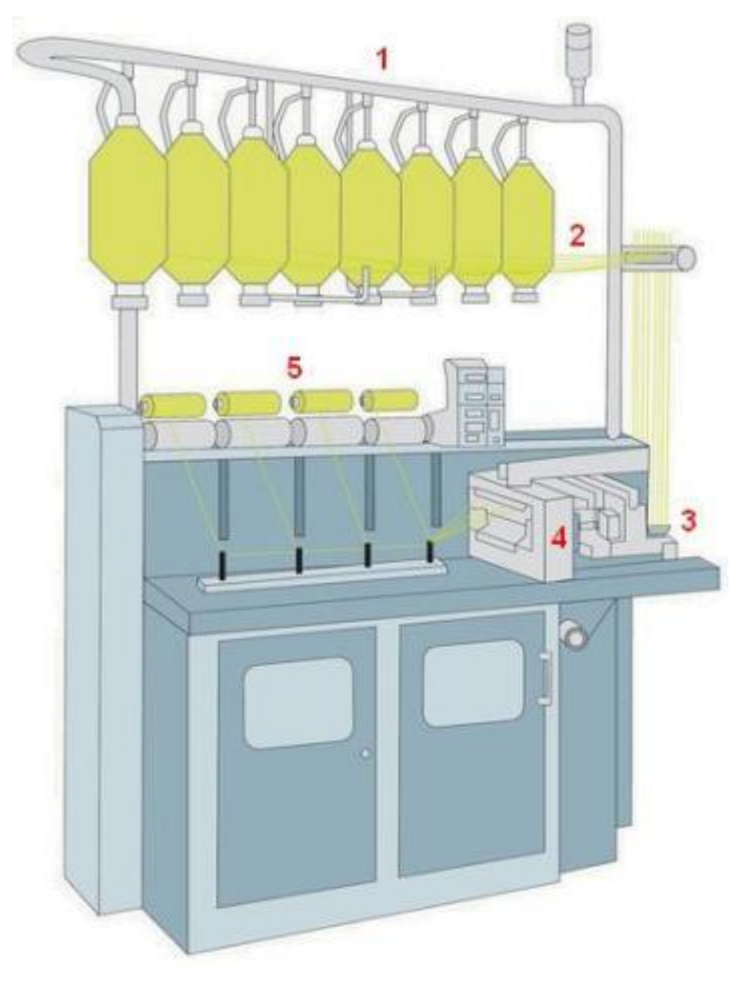


Fig. 70

HILATURA POR FALSA TORSIÓN

Principio

Si una hebra de fibras (fig. 71-A) se sujeta firmemente por abrazaderas (K1 y K2) en dos puntos y se tuerce entre ellos, esta hebra recibirá siempre el mismo número de vueltas de torsión antes y después del elemento de torsión (T). Sin embargo, estos giros tienen direcciones opuestas, representados en el ejemplo de la figura 71-A como torsión Z en el lado derecho y torsión S en el lado izquierdo.

Si las mordazas son reemplazadas por cilindros rotarios (Z1 y Z2 en la figura 71-B) y al hilo se le permite pasar a través de los cilindros mientras se está impartiendo torsión, el resultado se rige por la ley de falsa torsión y es diferente del caso de hilos estacionarios, como se suponía anteriormente. El hilo en movimiento que entra en la zona (b) tiene ya vueltas de torsión impartidas en la zona (a). En la figura 71-B, hay vueltas de torsión Z.

Como el elemento de torsión está generando vueltas de torsión S en la zona izquierda, esto simplemente significa que cada vuelta de la torsión Z impartido en la primera sección (a) se cancela por un giro de torsión S impartida en la segunda sección (b). La masa de fibras nunca tiene así ninguna torsión entre el elemento de torsión y el cilindro de salida. En un ordenamiento por falsa torsión, las vueltas de torsión están presentes sólo entre los cilindros de alimentación y el elemento de torsión. Este principio es utilizado, por ejemplo, en el texturizado de hilos por falsa torsión.

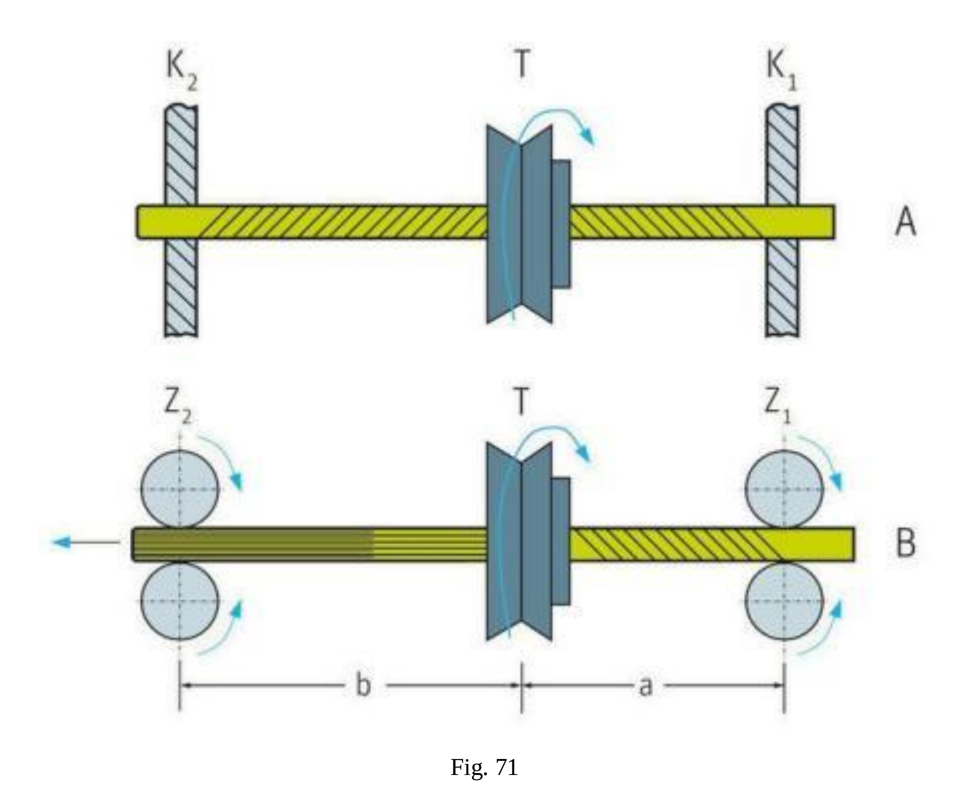


Fig. 71

Formación del hilo

Como se observó antes, un hilado de falsa torsión consiste de fibras paralelas, no torcidas. Normalmente este principio es inadecuado para la tarea de otorgar resistencia al hilo; a pesar de ello, actualmente se emplea con una modificación del sistema. Por ejemplo, la hebra de fibras alimentada a los cilindros Z1, ingresa a la zona de falsa torsión (a) con una base muy amplia, con el resultado de que una mayor o menor proporción de las fibras de los bordes puede escapar a la acción de torsión debido a la amplitud de la hebra a la entrada.

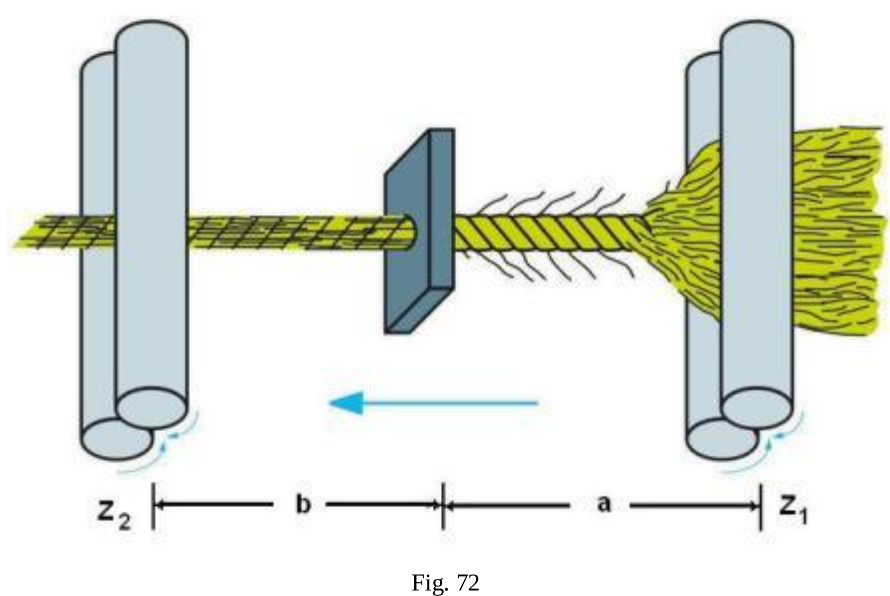


Fig. 72

En contraste con la descripción en la sección anterior, en la figura 72, la hebra no es completamente torcida por el elemento de torsión. El núcleo – sin duda, con la mayor proporción de las fibras – tiene torsión, pero las fibras de cobertura tienen poca y/o ninguna torsión. Los giros opuestos impartidos

por el elemento de torsión cancelan todas las vueltas originales presentes, es decir, en el núcleo, y dan torsión a las fibras que originalmente estaban sin torsión (fibras de cobertura). Éstas se enrollan alrededor de las fibras del núcleo de modo que se obtiene un hilo zunchado (fig. 73).

Los procedimientos conocidos que operan bajo este principio son *Rotofil* de Du Pont (que ha sido abandonado), *Dref-3000*, *Linz* y *Murata Jet Spinning*. El principio de falsa torsión ha abierto posibilidades nunca antes vistas para formar hilos.

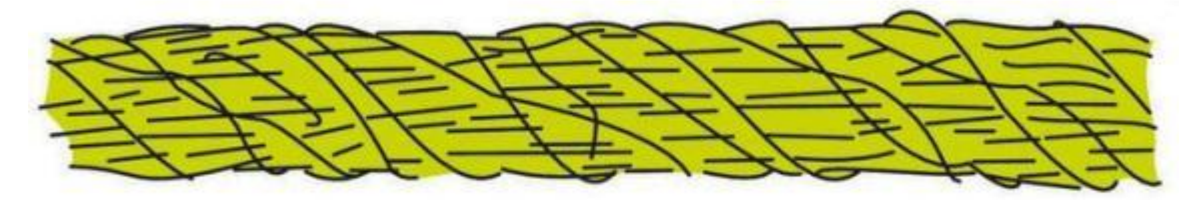


Fig. 73 Se observa el núcleo, con fibras paralelas, y las fibras que lo envuelven, con un efecto de zunchado.

En la hilatura por falsa torsión, en contraste con la hilatura de cabo abierto, la hebra de fibras no se disgrega en fibras individuales. Permanece como una masa coherente a través de la zona de estiraje. En la actualidad, los trenes de estiraje se utilizan exclusivamente para el adelgazamiento de la masa de fibras. En cambio, una variedad de dispositivos se emplean como elemento de giro:

- Neumáticos (uno o dos chorros de aire);
- Hidráulicos
- Mecánicos
- Tambores perforados
- Discos dobles
- Correas dobles;
- Tubos giratorios, etc.

Algunos elementos mecánicos de torsión requerirían mayores tensiones que los sistemas de hilatura neumática.

Hilatura a chorro de aire con doble tobera (Murata)

Como se muestra en la figura 74, un cinta de manuar alimentada desde un bote (1) pasa por un dispositivo de estirado (2), donde es adelgazada por un estiraje de entre 100 a 200. La hebra de fibras ingresa luego hacia dos chorros de aire (3 y 4). El segundo chorro (4) es el elemento de la actual falsa torsión. El vórtice de aire generado en este chorro, con una velocidad angular mayor de 2 000 000 rpm, tuerce el hilo a medida que pasa a través de modo que la hebra gira a lo largo del chorro en sentido helicoidal, alcanzando velocidades de rotación de 250 000 rpm. El aire comprimido alcanza la velocidad del sonido al entrar en el canal central del elemento de falsa torsión. Puesto que las fuerzas axiales son muy bajas durante esta rotación, sólo surgen bajas tensiones en el hilado.

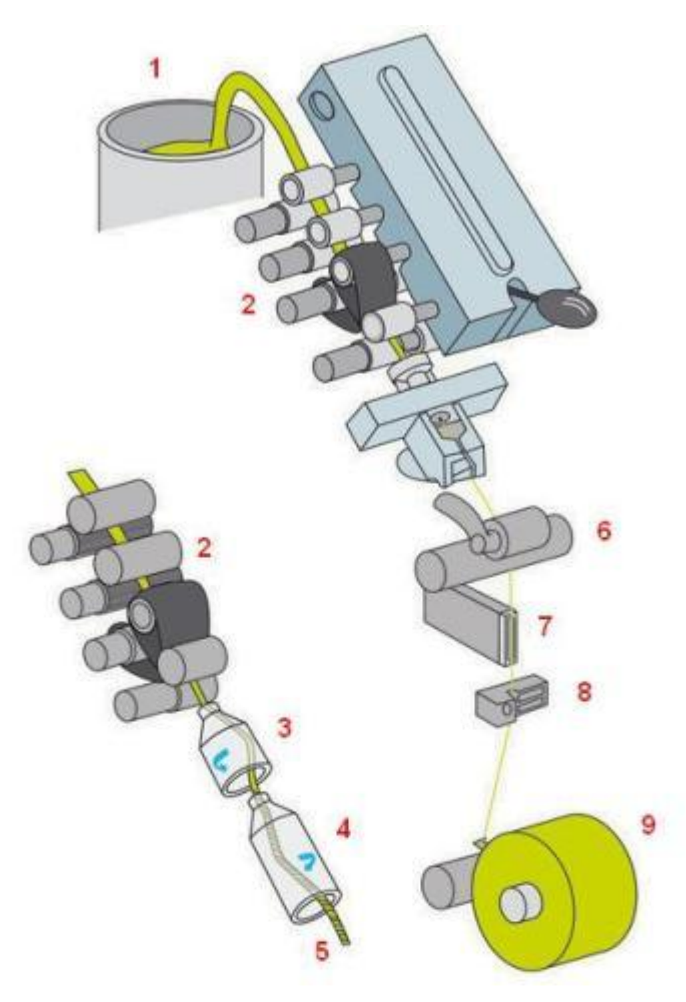


Fig. 74 Hilatura por chorro de aire con doble tobera (Murata MJS)

La capacidad del vórtice para impartir torsión es tan alta que las vueltas de torsión en el hilo se desplazan hacia la zona de estirado. La hebra de fibras se acelera por lo tanto prácticamente a la velocidad de rotación tan pronto abandona el rodillo delantero. Las fibras de los bordes que finalmente se unen al hilo para convertirse en fibras de envoltura son una minoría y no deben exceder del 5% de la masa total del hilo. Estas fibras exhiben pocas vueltas de torsión en la misma dirección que las fibras del núcleo o incluso puede ser presentar una ligeramente torsión en dirección opuesta. En parte esto se debe a que la hebra, sale de la línea de contacto (rodillo delantero) en una forma extendida, pero principalmente se debe a la generación en el primer chorro (3) de un vórtice con una dirección de rotación opuesta a la del vórtice en el segundo chorro (4).

Este primer vórtice es de hecho más débil en intensidad que el segundo y no afecta a las fibras del núcleo, pero puede captar a las fibras de los bordes que sobresalen de la hebra. A partir de la acción del primer vórtice contra la torsión generada por el segundo chorro, se evita que las fibras de los bordes se tuerzan en el núcleo o incluso lo hagan en dirección opuesta alrededor del mismo. A medida que la hebra pasa a través del segundo chorro, ocurre lo siguiente:

Las vueltas de torsión generadas por el chorro (4) se cancelan conforme a la ley de falsa torsión. Las fibras del núcleo, es decir, la gran mayoría, ya no muestran ninguna torcedura; estas fibras están dispuestas en paralelo. Por otra parte, las fibras de los bordes (que previamente no mostraban torsión, torsión relativamente baja, o incluso torsión en la dirección contraria) reciben torsión en la dirección impartida por el chorro (4), y por lo tanto, se enrollan alrededor de la masa de fibras paralelas. Se unen al cuerpo del hilo entre sí y garantizan la coherencia. Un diagrama preparado por el Dr. H. Stalder muestra el proceso de torsión (ver fig. 75).

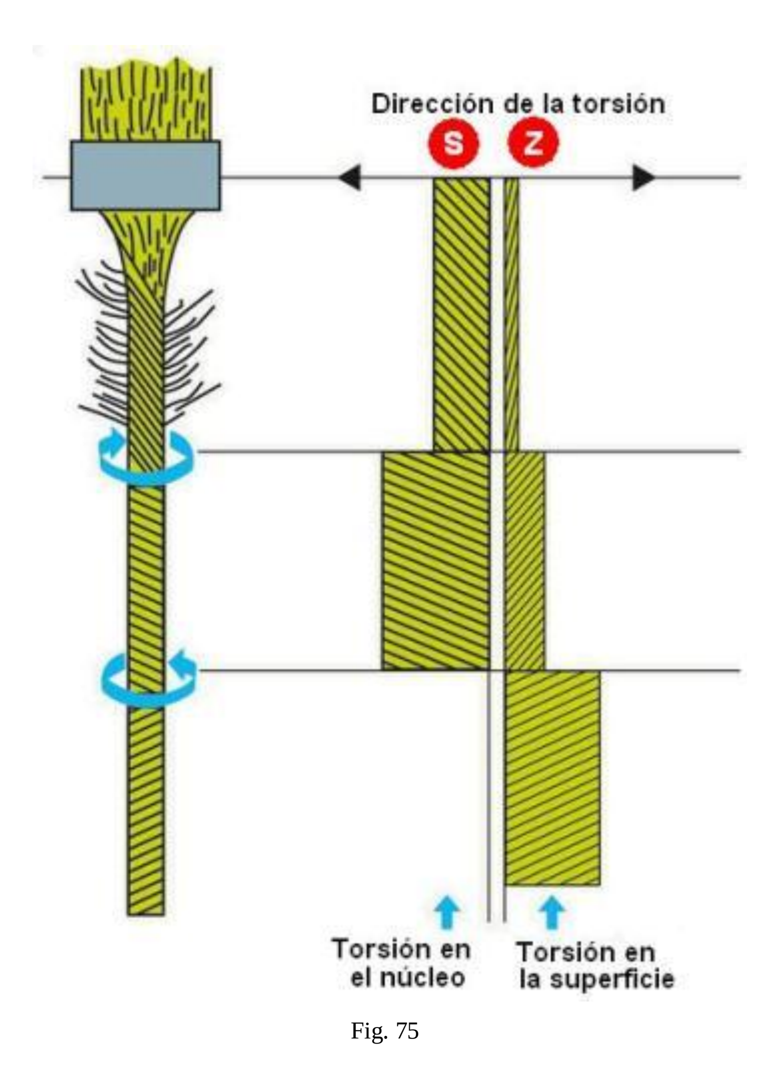


Fig. 75

El hilo zunchado resultante pasa de los rodillos de salida (6 en la figura 74) a través de un dispositivo de aspiración (7) y un purgador electrónico (8) antes de ser enrollado en una bobina de espiras cruzadas (9).

La hilatura de chorro de aire con dos boquillas representa un proceso muy interesante, que ya ha sido introducido en la industria con cierto éxito.

Hilatura Dref 3000

Este sistema de hilatura produce hilos recubiertos de acuerdo con el principio de hilatura por fricción.[9]

Básicamente, se trata de un proceso Dref-2000 modificado para acomodar un dispositivo de estirado (2) antes de los tambores de fricción (4).

Una cinta de manuar (1) pasa por una zona de estirado (2) que aplica un estiraje de 100 a 150. La masa de fibras resultante (3) es llevada hasta la zona donde convergen dos tambores perforados (4). Un par de cilindros (6) tiran del hilo a través de la zona de convergencia de los tambores y lo llevan fuera del campo de hilatura.

---

[9] Al sistema Dref 2000 lo consideramos dentro del grupo de *hilaturas a cabo abierto*, mientras que el Dref 3000 pertenece al grupo de *hilaturas con falsa torsión*. Pero ambos tienen en común el hecho de aplicar fricción para lograr la torsión, el elemento aglutinante de las fibras.

La masa coherente de fibras es sujetada entre los cilindros de extracción (6) y la zona de estiraje (2) y gira entre estos puntos por acción de los tambores perforados (4), obteniéndose una falsa torsión en la zona de contacto. Esto significa que las vueltas de torsión están presentes entre la zona de estiraje y los tambores, pero no entre los tambores y los cilindros de extracción. Si esta situación se prolonga, el hilo colapsaría; antes de esto, un grupo de fibras se alimentan en vuelo libre desde arriba (5), sobre la región convergente entre los tambores. Debido a la rotación de éstos, las fibras entrantes (5) se envuelven alrededor de la hebra, formando entonces un hilo recubierto.

El grupo de fibras (5) proviene de una segunda zona de estiraje – no vista en la figura 76 – con dos cilindros disgregadores, que se alimenta de cuatro a seis cintas de manuar.

De los cilindros de extracción (6) el hilo pasa a una unidad de bobinado. El hilo sale de la máquina en la forma de paquetes de bobinas cruzadas.

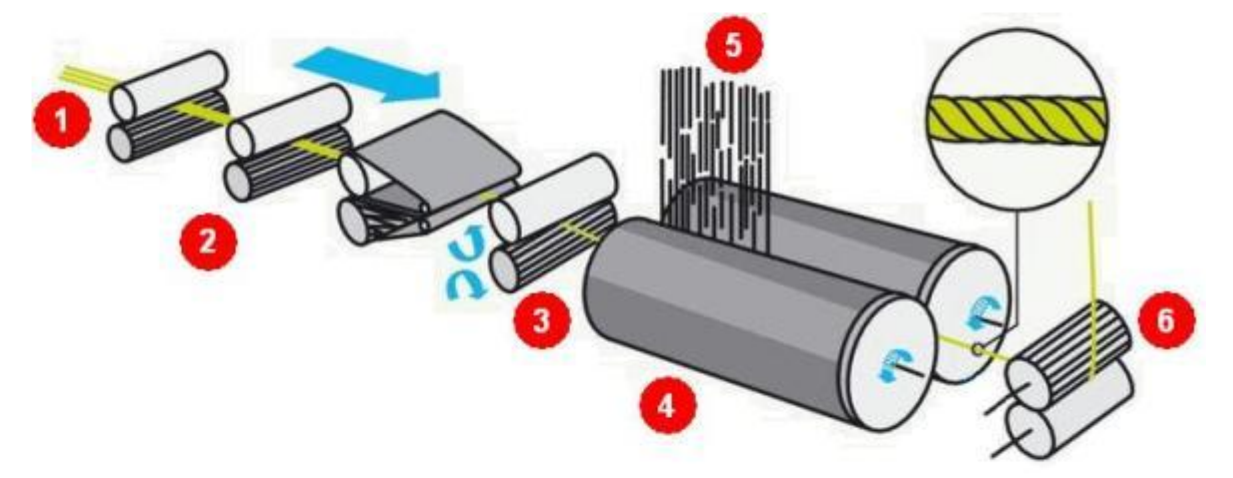


Fig. 76

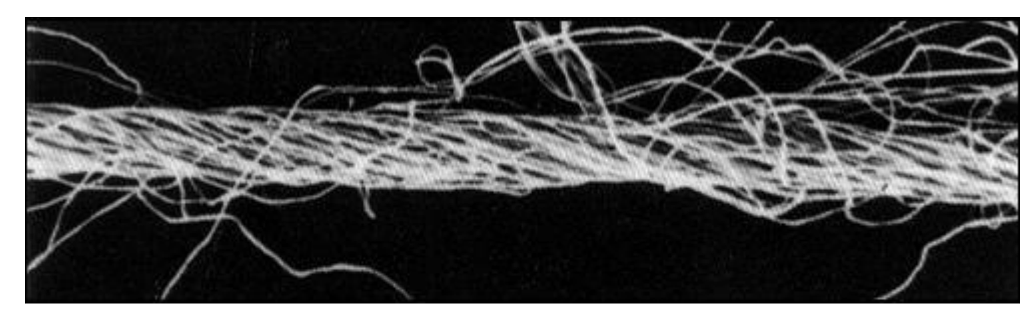


Fig. 77

Hilatura Plyfil (Suessen)

Raramente los hilos retorcidos se elaboran de los nuevos sistemas de hilatura (los procesos *Repco Sirospun* y *Duospin* son las excepciones), la mayoría de ellos están fabricados con hilados de continua de anillos de un cabo.

El retorcido de los hilos suele ser un proceso sumamente costoso, y su producto es generalmente mucho más caro que los hilados sencillos; por lo tanto, el campo de aplicación de los hilos retorcidos ha disminuido en los últimos años. Hoy en día, en la hilatura de fibras cortas, los hilados sencillos se utilizan cada vez más, aunque a menudo un hilo retorcido sería más adecuado para algunos procesos.

El proceso Plyfil ha abierto la posibilidad de producir hilos plegados[10] de forma económica; y ahora la retorsión de hilos tiene la oportunidad de recuperar el terreno perdido. El hilo doblado hecho con este proceso presenta ligeras diferencias en comparación con los sistemas convencionales de retorsión: es algo más suave, más lleno y tiene mayor volumen. Sin embargo, tiene la misma resistencia que los hilos retorcidos convencionales y ésta es muy homogénea.

Este sistema es particularmente adecuado para hilos plegados medios a finos y por tanto es un competidor directo de la hilatura de torsión-torsión (Sirospun).

Principio

Las cintas de manuar pasan a través de mecanismo de estirado de cinco fases (A) con un estiraje total de hasta 350; luego la masa de fibras llega a un elemento que le provee resistencia (B). Aquí, como en el proceso de falsa torsión de Murata, Un chorro de aire lleva a las fibras de los bordes alrededor de la hebra. Como se ha descrito anteriormente, un hilo zunchado se produce donde las fibras del núcleo están alineadas en paralelo mientras que las fibras de los bordes se enrollan alrededor de su cuerpo. En contraste con otros procesos del mismo grupo general, la hebra recibe sólo la resistencia suficiente para permitir su salida y el retorcido que ocurrirá luego. Las típicas uniones de la hilatura por aire se pierden, brindando a los cabos una textura compacta.

Dos cabos de este tipo se pliegan en C y son retirados por rodillos (D). El hilo se recoge en una bobina tipo queso, y ésta es la materia prima ya preparada para la etapa de retorcido (por retorcedoras de anillos o – preferiblemente – con principio de doble torsión), eliminando el proceso del doblado.

Las fibras de envoltura son destorcidas durante la operación de retorcido. En el hilo plegado, todas las fibras son paralelas. El proceso difiere de la retorsión clásica en que no es necesario destorcer lo cabos individuales con el fin de lograr un hilo más suave. El proceso de retorcido puede, por lo tanto, llevarse a cabo con factores de torsión relativamente bajos, lo que permite alcanzar mayores velocidades de entrega en las retorcedoras.

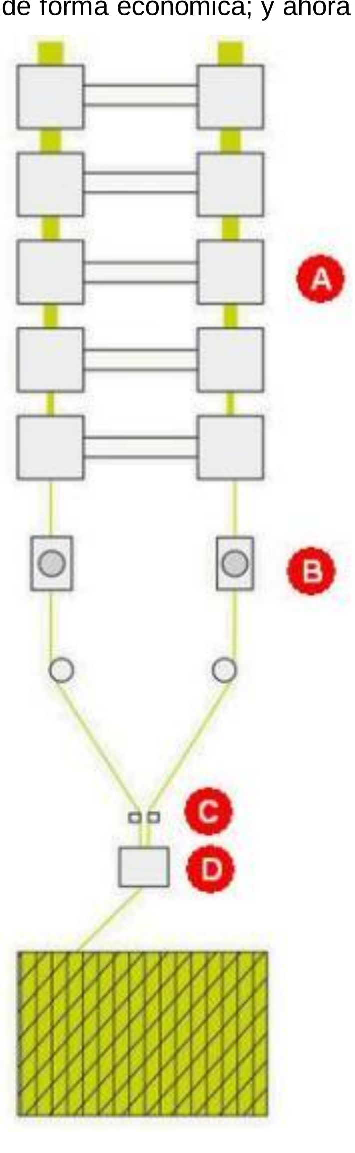


Fig. 78

[10] Se entiende por hilos doblados o plegados a aquellos compuestos por dos cabos simples, que corren paralelos entre sí. A diferencia de los hilos retorcidos, donde los cabos componentes está unidos entre sí por una segunda torsión.

HILATURA POR ENVOLVIMIENTO

Una mecha o cinta (1) es estirada en un sistema de estiraje de tres, cuatro o cinco cilindros (2). La masa de fibras pasa a través de un eje hueco (3) sin recibir torsión real. A fin de impartir resistencia a la hebra antes de que se desmorone, un filamento continuo (4) se enrolla alrededor de la ella apenas emerge de la zona de estiraje. El hilo de filamento continuo proviene de una pequeña bobina que gira rápidamente (5) montada en el huso hueco. Rodillos tomadores (6) llevan el hilo envuelto resultante a un dispositivo de bobinado.

El hilo envuelto, por lo tanto, siempre se constituye de dos componentes: un grupo de fibras libre de torsión en el núcleo (a), y un filamento (b) enrollado alrededor de él. Este proceso ha sido desarrollado por varios fabricantes (Leesona, Mackie, etc), aunque el más común es el *Parafil* de la empresa Suessen.

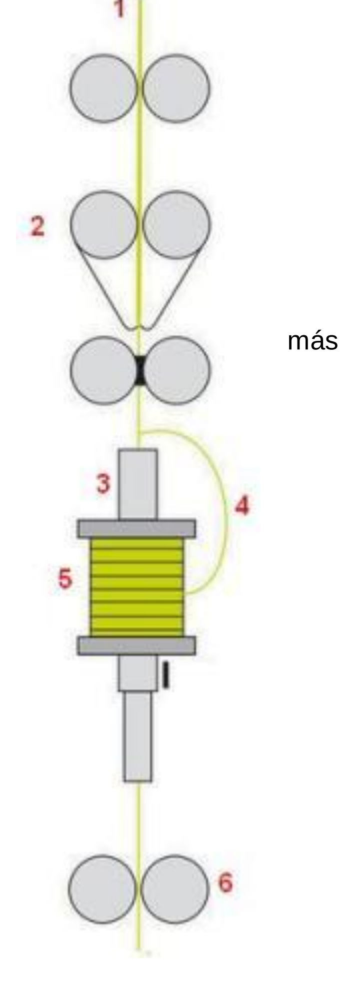


Fig. 79

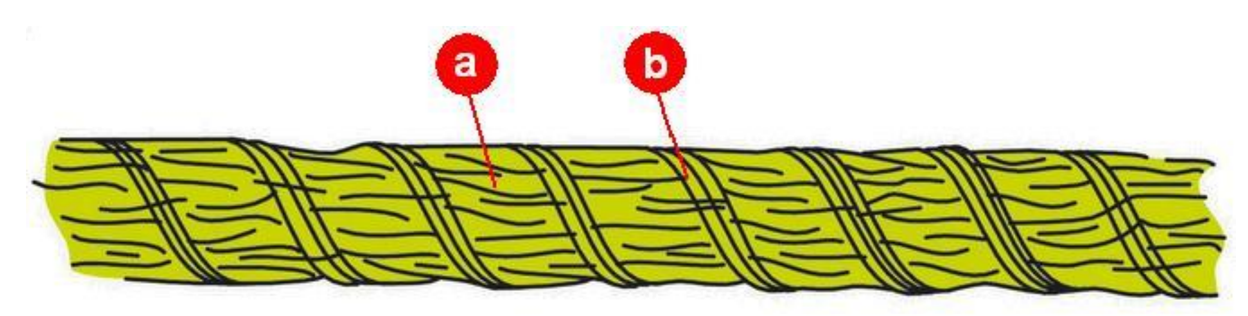


Fig. 80

Proceso Parafil (Suessen)

Se ofrecen dos versiones de máquinas: PL 1000, con bobinas medianas para hilados con densidad lineal de 25 a 100 tex, y PL 2000, con bobinas grandes, hilos con una densidad lineal de 25 a 500 tex. Se utilizan trenes de estiraje de tres, cuatro, o cinco cilindros, dependiendo del material a procesar. El huso hueco puede girar hasta 35 000 rpm y actúa como un dispositivo de falsa torsión.

La hebra de fibras (He) no atraviesa directamente al huso vertical, más bien, poco después de entrar en él, es llevada hacia afuera (1) y retorna rodeándolo (envolviéndolo) en aproximadamente la cuarta parte de la periferia del huso (2). De esta manera, como el huso gira, el filamento recibe torsión entre la zona de estiraje y la cabeza del huso hueco.[11] Esta falsa torsión impide que la hebra colapse en la longitud previa a la envoltura con el filamento (Fi).

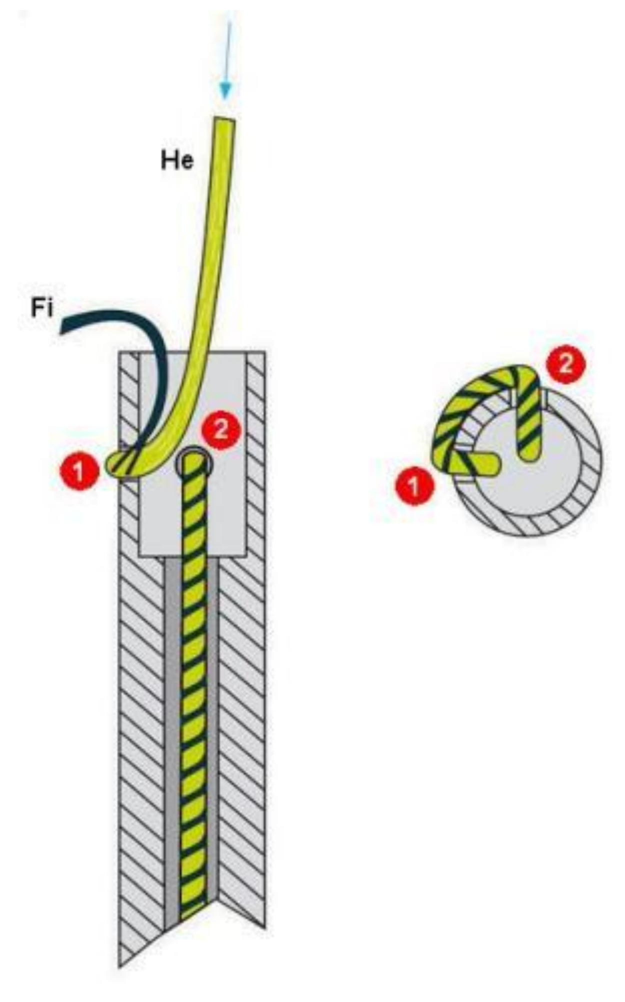


Fig. 81

Cintas de manuar se utilizan como materia prima; eliminándose la mechera. El hilo Parafil (llamado Parallelyarn por Suessen) suele ser más uniforme que los hilos de anillos; su resistencia también es mayor debido al filamento y por el alto grado de paralelización de las fibras. El poder de cobertura es alto y la pilosidad, baja. Estos hilos se utilizan principalmente para:

- Género de punto;
- Terciopelo (hogar y tapicería de automóviles);
- Tejidos de calada (caballeros y damas);
- Alfombras (principalmente para alfombras de pelo).

En la actualidad, el proceso es más adecuado para el campo de hilatura de fibras largas que para fibras cortas, o sea, para longitudes de fibra por encima de 60 mm. En los hilos Parafil, el filamento conforma el 2 a 5% del hilo.

[11] Nuevamente, estas vueltas de torsión se anulan en la cabeza del huso, de acuerdo con el principio de falsa torsión.

HILATURA POR ENVOLVIMIENTO CON FIBRAS

El sistema de hilatura a chorro de aire con doble tobera (del grupo de sistemas de *hilatura por falsa torsión*) produce hilos zunchados, es decir, una estructura con un núcleo de baja torsión y la superficie con fibras trenzadas, gracias a la falsa torsión durante la hilatura. Sin embargo, la falsa torsión limita el porcentaje de fibras zunchantes a un nivel relativamente bajo (aproximadamente 5%). Por lo tanto, tiene bastante éxito en el procesamiento de fibras sintéticas y sus mezclas con algodón, mientras que al trabajar 100% algodón – es decir fibras algo más cortas – estos hilos no alcanzan la suficiente resistencia. Por esta razón, en los EE.UU. – con un gran mercado para hilos de mezclas de algodón/poliéster – tiene un considerable número de máquinas de chorro de aire en operación. Sin embargo, en Europa y Asia, donde en su mayor parte se procesa algodón, la hilatura a chorro de aire no ha tenido éxito.

En vista de esta situación, Murata desarrolló un nuevo proceso de hilado para hilos zunchados. El borrador de la primera patente fue publicada en la década de 1980. En ese momento el vórtice de aire se combinaba con un elemento mecánico rotativo. Desde ese entonces, ha abandonado el elemento rotatorio, dejando sólo el vórtice de aire sin ninguna parte mecánica móvil en la zona de formación del hilo. Presentó este nuevo sistema de chorro de aire bajo el nombre de *Murata Vortex Spinning* (MVS) en el Otemas 97 y luego en la ITMA 99 (fig. 82). Como en la hilatura de chorro de aire con dos toberas, este sistema tiene un dispositivo de estiraje para cintas de manuar. Esta hiladora a chorro de aire, sin embargo, no hace uso de falsa torsión para la formación del hilo.

En 2008 Rieter lanzó su propia máquina de hilar a chorro de aire (*J 10*), ésta es una máquina de doble lado con 100 husos accionados individualmente y 4 viajeros. (fig. 83).

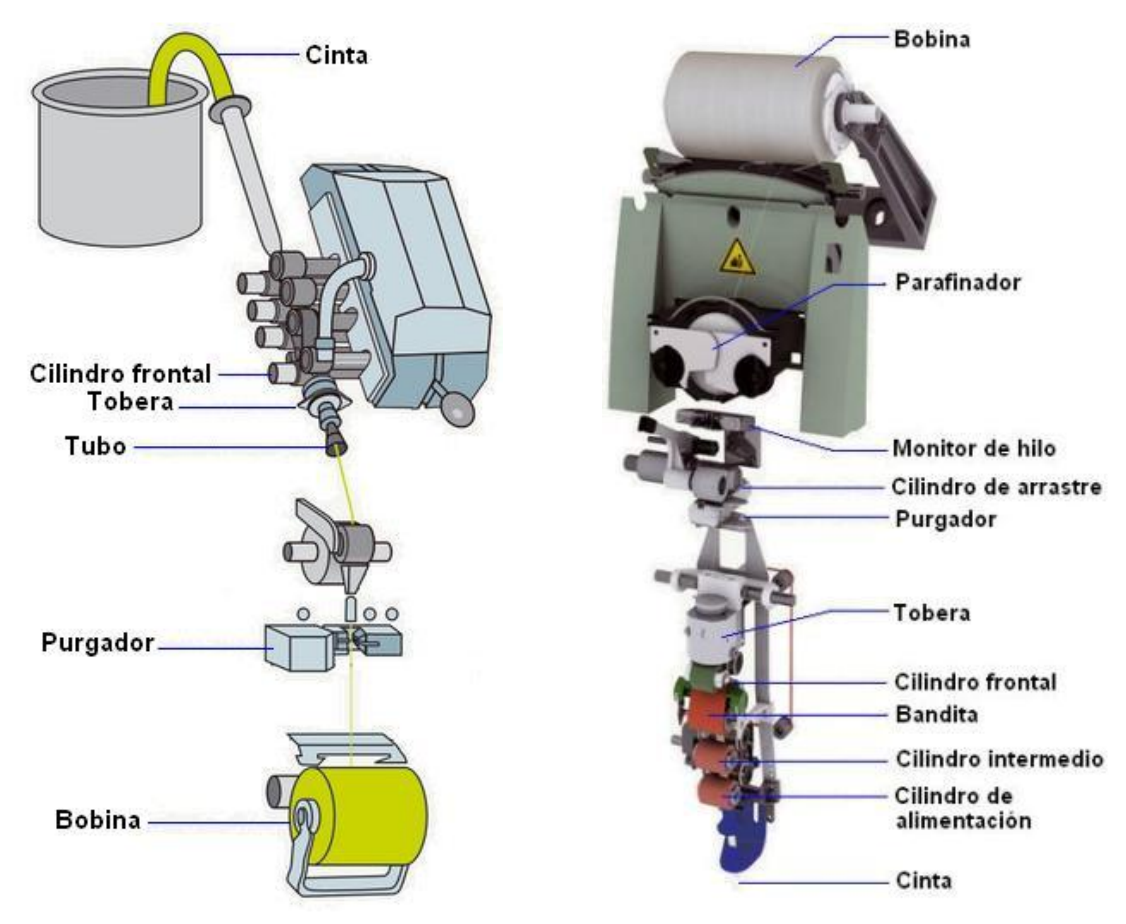


Fig. 82 Murata MVS

Fig. 83 Rieter J 10

Entre la unidad de estiraje y el punto de formación de hilo, a la entrada de un tubo estacionario, las fibras son transportadas absolutamente paralelas entre sí (fig. 84). Durante este transporte, ciertos

extremos de fibras se separan de la corriente principal. Estos extremos se tuercen entonces alrededor del núcleo de hilo (no giratorio) a la entrada del tubo por la acción de un único vórtice de aire.

En comparación con la hilatura por chorro de aire con doble tobera, este proceso permite un incremento en el número de fibras zunchantes (fibras de envoltura) en un rango de 15 a 30%. Esto tiene un efecto positivo en la resistencia del hilo, en particular cuando se hila algodón.

El proceso de chorro de aire (Air-Jet) prácticamente ha eliminado la principal desventaja de la hilatura con principio de chorro de aire con doble tobera.

Principio de funcionamiento

Con el fin de hacer posible la hilatura a chorro de aire, dos tareas deben ser resueltas en la zona comprendida entre el sistema de estiraje y la entrada al huso.

- separación de los extremos libres de las fibras
- prevención de la formación de falsa torsión

El canal de alimentación de fibras y el huso están rodeados por una carcasa (fig. 85). El vórtice de aire cerca de la entrada del cabezal genera cierto vacío, lo que resulta en un flujo de aire a través de este canal. Este flujo de aire transporta las fibras de la unidad de estiraje a la entrada del huso.

Para la generación de los extremos libres de fibras, es muy importante la correcta elección de la distancia L (fig. 84). Ésta debe ser ligeramente más corta que la longitud media de las fibras procesadas. Esto permite el transporte del aire en el canal de alimentación de fibras para separar los extremos de las fibras de la masa principal. Evidentemente, cuanto mayor sea la distancia L, más extremos libres de fibras están disponibles. L es un parámetro importante en el proceso. Por supuesto, es posible que durante este proceso de separación de los extremos de fibras, las fibras más cortas se extraigan del flujo principal. Estas fibras no tienen ninguna posibilidad de ser integradas en el hilo, constituyendo una merma. En la hilatura de chorro de aire, la pérdida de fibra (fibras relativamente cortas) es por lo tanto relativamente alta (5 a 10%). Cuanto mayor sea el contenido de fibras cortas en la cinta de fibras, mayor es la proporción de merma.

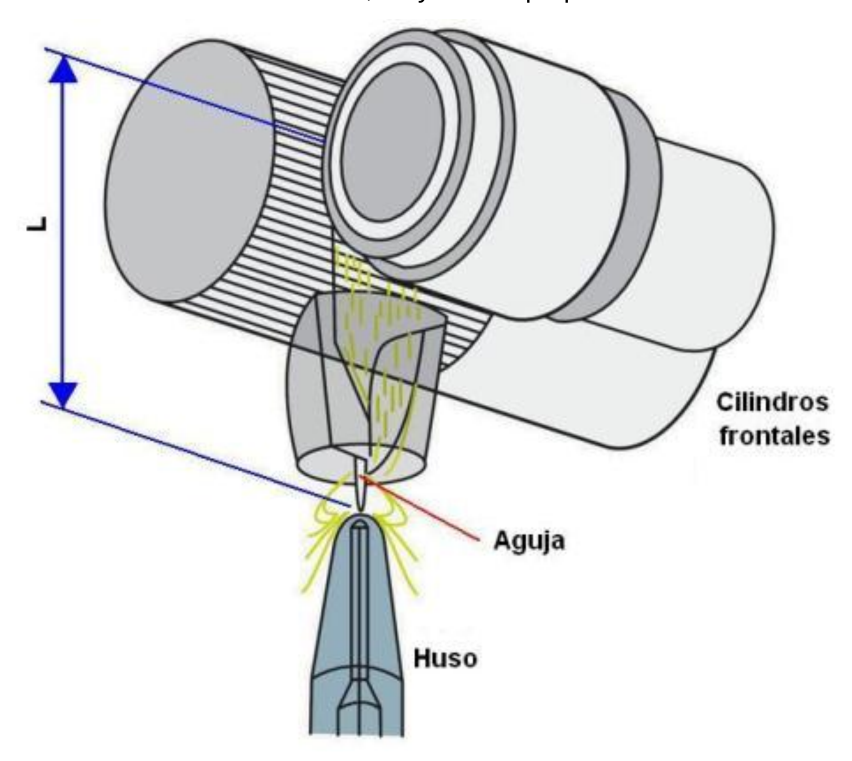


Fig. 84 Transporte de fibras desde los cilindros frontales (MVS)

Por la acción del vórtice, los extremos de las fibras terminan girando alrededor de la punta del huso y por lo tanto se tuercen alrededor del núcleo – que tiene baja torsión – y se obtiene una superficie de hilo zunchado o fibras de cobertura. Esto ocurre en el extremo del huso.

El zunchado de estas fibras en la superficie genera una torsión determinada en el hilo que se está formando. Esta torsión tiende a girar el haz de fibras entre la unidad de estiraje y el huso. Este giro debe evitarse a fin de no interferir con la generación de los extremos libres de fibra necesarios. Esto se puede resolver por medio de un bloqueador; para este propósito Murata utiliza una aguja (fig. 84), que desvía el haz de fibras antes de entrar en el cabezal, actuando así como un bloqueador eficiente del giro no deseado.

Una vez dentro de la punta del huso, el proceso de formación de hilo ha terminado, y éste puede ser retirado y enrollado en una bobina.

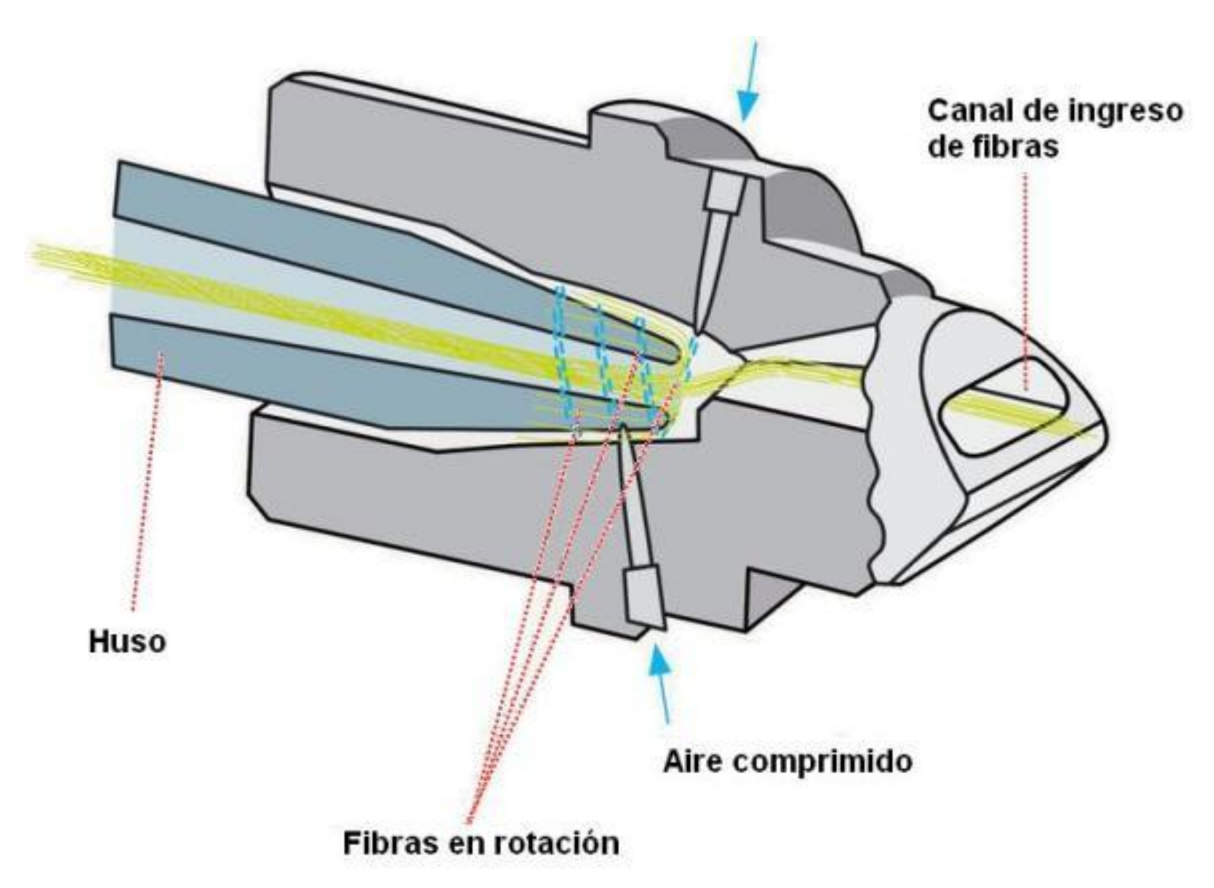


Fig. 85 Zona de la tobera (J 10)

HILATURA POR ADHESIVOS

Hilatura Bobtex

El sistema de hilatura Bobtex Integrated Composite Spinning (ICS) apto para hilados gruesos (2 a 10 Nm), inventada por los polacos Emilean y Andrew Bobkowicz. Alcanza una velocidad de hilatura superior a los 600 metros/minuto.

Se extruye un polímero y cuando todavía está blando se le añaden fibras sueltas en toda su superficie. El conjunto así formado pasa a un dispositivo de falsa torsión, para enfriarse seguidamente y arrollarse el hilo obtenido en una bobina.

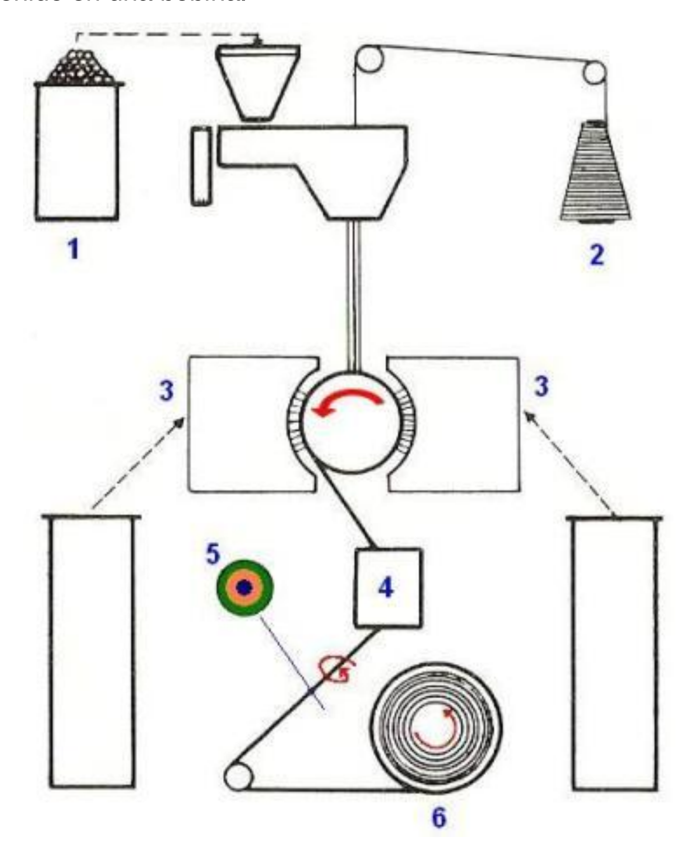


Fig. 86 (1) Polímero. (2) Filamento. (3) Introducción de las fibras. (4) Dispositivo de falsa torsión. (5) Sección transversal del hilo. (6) Bobina de hilo.

La resistencia y elasticidad del hilo dependen del polímero ligante utilizado, siendo los más habituales el poliuretano y/o mezclas de copolímeros.

Una variante es el hilo obtenido con tres componentes: mono o multifilamento, polímero fundido que actúa de ligante y las fibras naturales que le confieren el tacto deseado. La utilización de mono o multifilamento permite obtener hilos más gruesos a menor costo. Utilizando un elastómero puede fabricarse hilos elásticos.

Para estos hilos, la designación 35/35/30 indica que contiene 35% fibras exteriores, 35% filamento (núcleo), y 30% de polímero ligante.

Este proceso permite reducir en un 30% el espacio ocupado por las máquinas de hilar respecto a la hilatura a rotor. Además, se obtiene una gran versatilidad que, junto a su elevada producción, lo convierten en un sistema de hilatura muy atractivo, tanto desde el punto de vista técnico como económico.

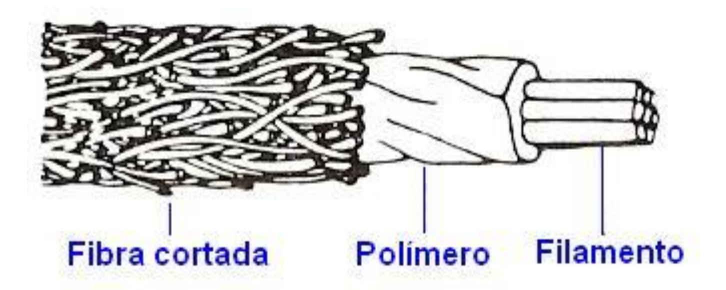


Fig. 87

Hilatura Twilo

Originalmente desarrollada por TNO, este método consiste en mezclar con el material, fibras de alcohol polivinílico (PVA) ya sea durante la apertura, el cardado o el pase por manuares. El PVA actuará más adelante como fibra ligante. El contenido de esta fibra oscila entre 5 y 11% y puede mezclarse con las celulósicas, poliéster y acrílicas, mas no se adhiere a la poliamida.

El proceso es como sigue: una cinta de manuar de3 ktex es impregnada con agua y se mantiene a 70 u 80ºC. Luego pasa a una zona con doble campo de estirado. En la primera, el estiraje es de 5 y en la segunda, el valor del estirado depende de la densidad lineal deseada en el hilo (puede variar entre 8 a 40). Para retirar la fina hebra de la zona de estirado y evitar que se enrede sobre los rodillos de entrega, un dispositivo le aplica una falsa torsión, manteniendo así la cohesión de la masa. En este punto, otro dispositivo neumático le inyecta vapor de agua, calentando rápidamente al hilo y aumentando su humedad.

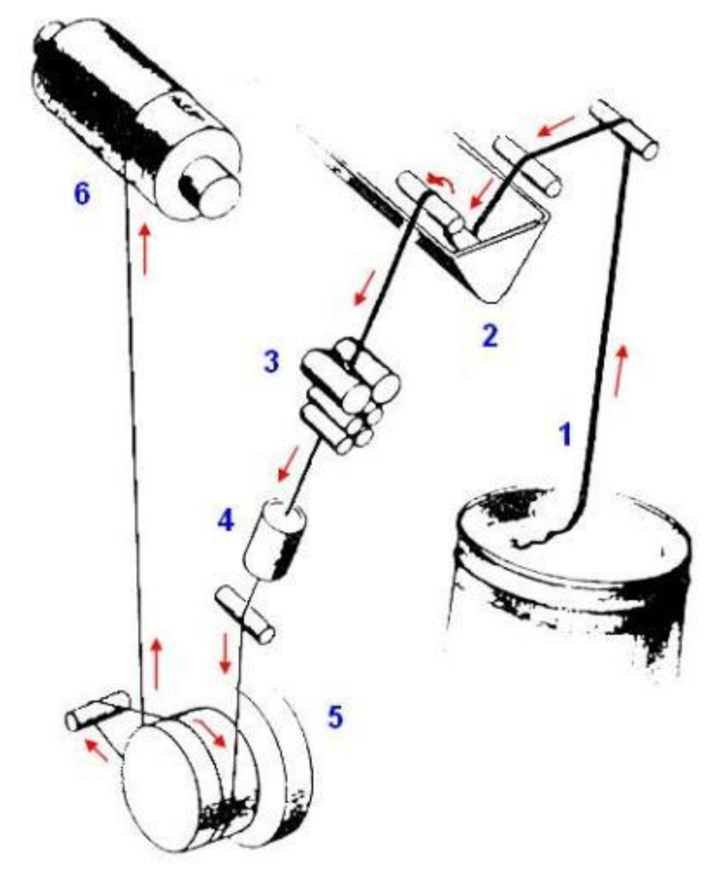


Fig. 88

La hebra húmeda llega entonces a un tambor caliente, y lo circunda 1,5 veces. Aquí continúa la activación del PVA como elemento ligante y se inicia el secado. La activación por calor del PVA ocurre alrededor de los 70ºC, disolviéndose y formando una capa adhesiva entre las fibras. Después de este ciclo, el agua caliente y el solvente se evaporan, entonces el PVA se solidifica y une a las fibras contiguas. El hilo ya seco es bobinado y está listo para ser tejido.

La velocidad del proceso supera los 500 m/min, y la densidad lineal del hilo producido varía entre 24 a 50 tex. Para un ligado adecuado, la proporción de las fibras de PVA debe incrementarse para los hilos finos. La resistencia del hilo depende del porcentaje de PVA, la temperatura de activación y la fuerza de adhesión entre las fibras y el ligante.

A una temperatura de 60º C, cerca del 15% de las fibras de PVA son disueltas, mientras que a 70º C, se disuelve el 85%.

Mapa conceptual de los sistemas de hilatura

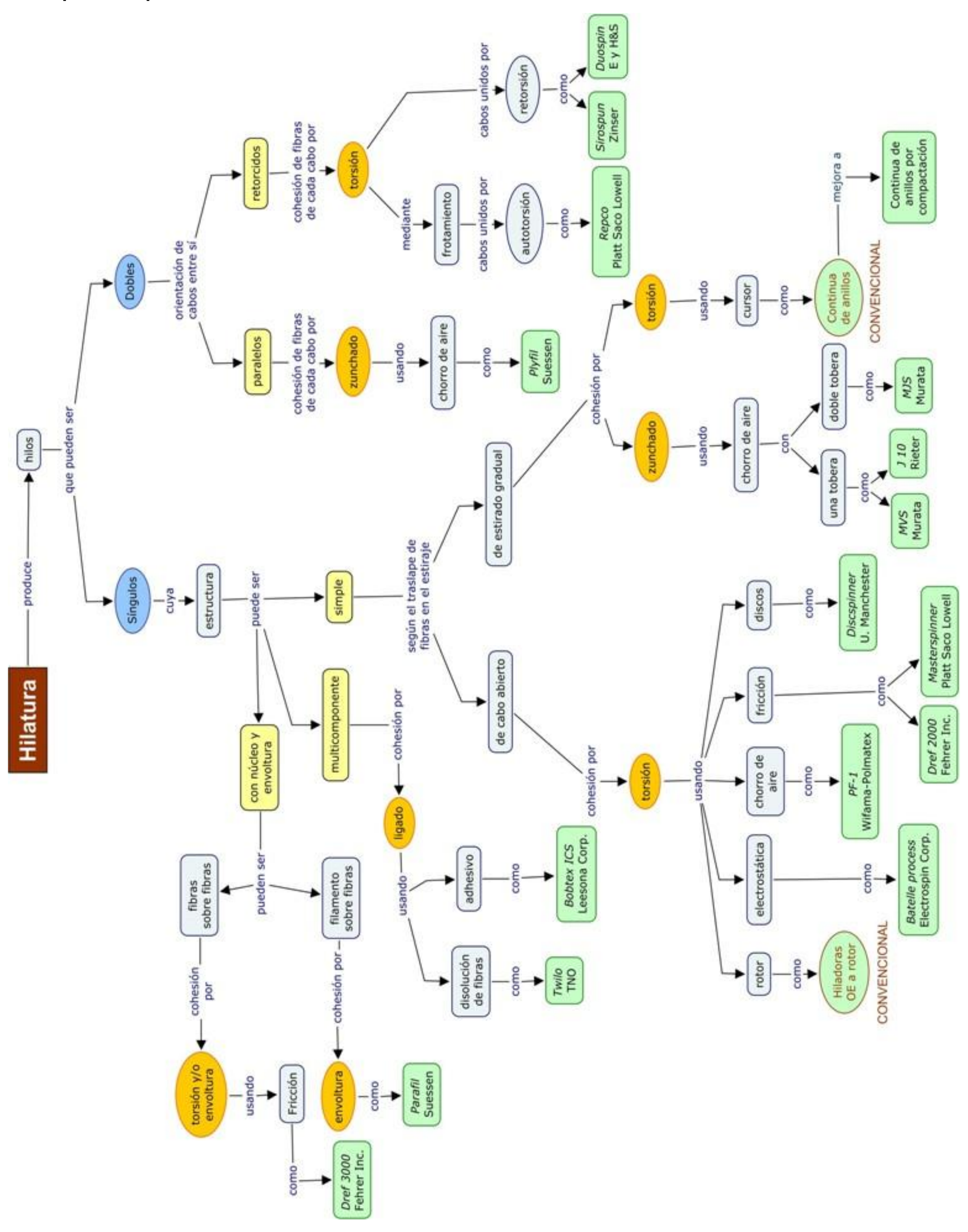


Fig. 89

CÁLCULOS EN LAS MÁQUINAS DE HILANDERÍA MEDIANTE DIAGRAMAS CINEMÁTICOS

CÁLCULO DE VELOCIDADES

Los métodos para el cálculo de velocidades se han explicado en el volumen I, *Aspectos preliminares*.

CÁLCULO DEL ESTIRAJE

Ya vimos anteriormente que el estiraje que sufre una masa de fibras se calcula mediante la relación:

$$Estiraje = \frac{Longitud\ de\ salida}{Longitud\ de\ entrada}$$

Unas variantes de esta fórmula general, teniendo en cuenta las velocidades de los órganos de una máquina son:

$$E = \frac{m/\min_{\ salida}}{m/\min_{\ entrada}} = \frac{rpm_{salida} \cdot \phi_{salida}}{rpm_{entrada} \cdot \phi_{entrada}} = \frac{\phi_{salida}}{\phi_{entrada}} \cdot i$$

El valor de ***i*** viene a ser la relación de transmisión desde la entrada hacia la salida.

Ejemplo: Sea la siguiente máquina simple:

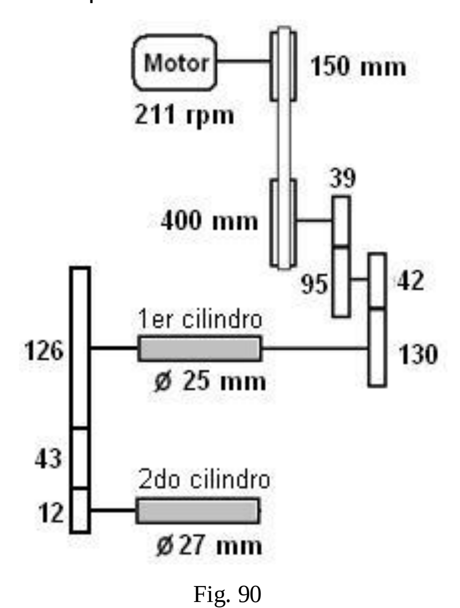


Fig. 90

a. Calculamos el estiraje con la fórmula: $E = \frac{m/\min_{\ salida}}{m/\min_{\ entrada}} \Rightarrow \frac{m/\min_{\ 2do\ cilindro}}{m/\min_{\ 1er\ cilindro}}$

$$E = \frac{\dfrac{211\,rpm \cdot \dfrac{150\,mm}{400\,mm} \cdot \dfrac{39}{95} \cdot \dfrac{42}{130} \cdot \dfrac{126}{12} \cdot \pi \cdot 27\,mm}{1000}}{\dfrac{211\,rpm \cdot \dfrac{150\,mm}{400\,mm} \cdot \dfrac{39}{95} \cdot \dfrac{42}{130} \cdot \pi \cdot 25\,mm}{1000}}$$

$$E = \frac{\dfrac{211\,rpm \cdot 150\,mm \cdot 39 \cdot 42 \cdot 126 \cdot \pi \cdot 27\,mm}{400\,mm \cdot 95 \cdot 130 \cdot 12 \cdot 1000}}{\dfrac{211\,rpm \cdot 150\,mm \cdot 39 \cdot 42 \cdot \pi \cdot 25\,mm}{400\,mm \cdot 95 \cdot 130 \cdot 1000}} = \frac{126 \cdot 27\,mm}{12 \cdot 25\,mm} = 11{,}34$$

b. Calculamos el estiraje con la fórmula: $E = \dfrac{rpm_{salida} \cdot \phi_{salida}}{rpm_{entrada} \cdot \phi_{entrada}} \Rightarrow \dfrac{rpm_{2do\ cil.} \cdot \phi_{2do\ cil.}}{rpm_{1er\ cil.} \cdot \phi_{1er\ cil.}}$

$$E = \frac{211\,rpm \cdot \dfrac{150\,mm}{400\,mm} \cdot \dfrac{39}{95} \cdot \dfrac{42}{130} \cdot \dfrac{126}{12} \cdot 27\,mm}{211\,rpm \cdot \dfrac{150\,mm}{400\,mm} \cdot \dfrac{39}{95} \cdot \dfrac{42}{130} \cdot 25\,mm}$$

$$E = \frac{211\,rpm \cdot 150\,mm \cdot 39 \cdot 42 \cdot 126 \cdot 27\,mm \cdot 400\,mm \cdot 95 \cdot 130}{400\,mm \cdot 95 \cdot 130 \cdot 12 \cdot 211\,rpm \cdot 150\,mm \cdot 39 \cdot 42 \cdot 25\,mm} = \frac{126 \cdot 27\,mm}{12 \cdot 25\,mm} = 11{,}34$$

c. Calculamos el estiraje con la fórmula: $E = \dfrac{\phi_{salida}}{\phi_{entrada}} \cdot i \Rightarrow \dfrac{\phi_{2do\ cil.}}{\phi_{1er\ cil.}} \cdot i$

$$E = \frac{27\,mm}{25\,mm} \cdot \frac{126}{12} = 11{,}34$$

Como se ha demostrado, este último método nos da el resultado de una forma rápida.

En las siguientes páginas se muestran los diagramas cinemáticos de algunas máquinas de hilandería, con ejemplos para la determinación de las velocidades y los estirajes.

CARDA

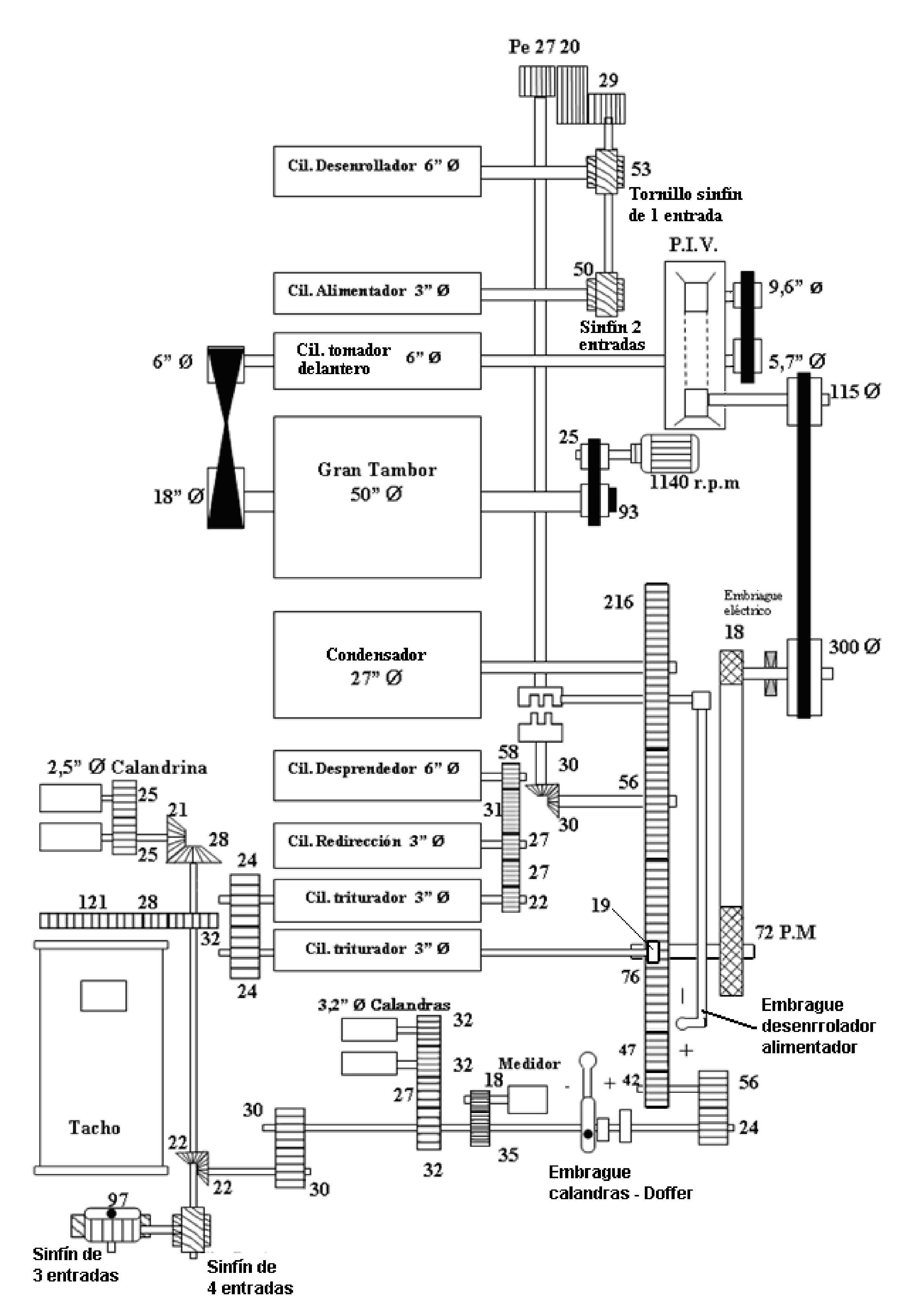

Pe 27 20
29
Cil. Desenrollador 6" Ø
53
Tornillo sinfin de 1 entrada
P.I.V.
50
Cil. Alimentador 3" Ø
9,6" ø
Sinfin 2 entradas
6" Ø
Cil. tomador delantero 6" Ø
5,7" Ø
115 Ø
25
Gran Tambor 50" Ø
18" Ø
1140 r.p.m
93
216
Embrague eléctrico
18
Condensador 27" Ø
300 Ø
2,5" Ø Calandrina
58
30
Cil. Desprendedor 6" Ø
56
25
21
31
30
25
28
Cil. Redirección 3" Ø
27
24
27
121
28
Cil. triturador 3" Ø
22
19
32
Cil. triturador 3" Ø
72 P.M
24
76
3,2" Ø Calandras
32
Embrague desenrrolador alimentador
47
32
Medidor
18
42
56
27
30
24
Tacho
22
35
32
Embrague calandras - Doffer
22
30
97
Sinfín de 3 entradas
Sinfín de 4 entradas

Fig. 91

VELOCIDADES

A manera de demostración, realizaremos el cálculo para tres elementos de la carda.

Nota: dentro del mecanismo PIV, asumiremos que ambas poleas interiores tienen el mismo diámetro.

Cilindro alimentador

$$rpm_{cil.\,alim} = 1140\ rpm \cdot \frac{25}{93} \cdot \frac{18''}{6''} \cdot \frac{5{,}7''}{9{,}6''} \cdot \frac{1}{1} \cdot \frac{115}{300} \cdot \frac{18}{72} \cdot \frac{76}{56} \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{27}{29} \cdot \frac{2}{50} = 2{,}6439$$

$$m/\min_{cil.\,alim} = \frac{3'' \cdot 3{,}1416 \cdot 2{,}6439\ rpm}{39{,}37} = 0{,}6329$$

Condensador

$$rpm_{condensador} = 1140\ rpm \cdot \frac{25}{93} \cdot \frac{18''}{6''} \cdot \frac{5{,}7''}{9{,}6''} \cdot \frac{1}{1} \cdot \frac{115}{300} \cdot \frac{18}{72} \cdot \frac{76}{216} = 18{,}4062$$

$$m/\min_{condensador} = \frac{27'' \cdot 3{,}1416 \cdot 18{,}4062\ rpm}{39{,}37} = 39{,}6564$$

Calandrinas

$$rpm_{calandrinas} = 1140\ rpm \cdot \frac{25}{93} \cdot \frac{18''}{6''} \cdot \frac{5{,}7''}{9{,}6''} \cdot \frac{1}{1} \cdot \frac{115}{300} \cdot \frac{18}{72} \cdot \frac{76}{42} \cdot \frac{56}{24} \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{22}{22} \cdot \frac{28}{21} = 294{,}4986$$

$$m/\min_{calandrinas} = \frac{2{,}5'' \cdot 3{,}1416 \cdot 294{,}4986\ rpm}{39{,}37} = 58{,}75$$

Calcula y completa el cuadro de velocidades para los elementos de la carda

Órgano	rpm	m/min
Cilindro desenrrollador		
Cilindro alimentador	2,6439	0,6329
Tomador delantero (*lickerín*)		
Gran tambor		
Condensador (Doffer)	18,4062	39,6564
Cilindro desprendedor		
Cilindros trituradores		
Calandras		
Calandrinas	294,4986	58,75

ESTIRAJES

Realizaremos el cálculo para dos estirajes de la carda.

Estiraje entre el cilindro alimentador y el tomador delantero

$$E = \frac{6''}{3''} \cdot \frac{50}{2} \cdot \frac{29}{27} \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{56}{76} \cdot \frac{72}{18} \cdot \frac{300}{115} \cdot \frac{1}{1} \cdot \frac{9{,}6''}{5{,}7''} = 695{,}44$$

Estiraje entre el gran tambor y el doffer

$$E = \frac{27''}{50''} \cdot \frac{18''}{6''} \cdot \frac{5{,}7''}{9{,}6''} \cdot \frac{1}{1} \cdot \frac{115}{300} \cdot \frac{18}{72} \cdot \frac{76}{216} = 0{,}03243$$ [12]

Estiraje entre el condensador y las calandras

$$E = \frac{3{,}2''}{27''} \cdot \frac{216}{42} \cdot \frac{56}{24} \cdot \frac{32}{32} = 1{,}42$$

Completa el cuadro para los estirajes entre los órganos de la carda:

Estiraje $_{\text{cilindro desenrrollador – cil. alimentador}}$	
Estiraje $_{\text{cilindro alimentador – licker-in}}$	695,44
Estiraje $_{\text{licker-in – gran tambor}}$	
Estiraje $_{\text{gran tambor - doffer}}$	
Estiraje $_{\text{doffer – cil. desprendedor}}$	
Estiraje $_{\text{cil. desprendedor – cil. trituradores}}$	
Estiraje $_{\text{cil. trituradores – calandras}}$	
Estiraje $_{\text{calandras - calandrinas}}$	
Estiraje $_{\text{cilindro desenrrolador – calandrinas}}$	

[12] Un valor de estiraje menor a 1 indica que entre ambos elementos ocurre una condensación de fibras, que es lo opuesto a un estiraje. Esta es justamente la función del doffer, o condensador.

MANUAR

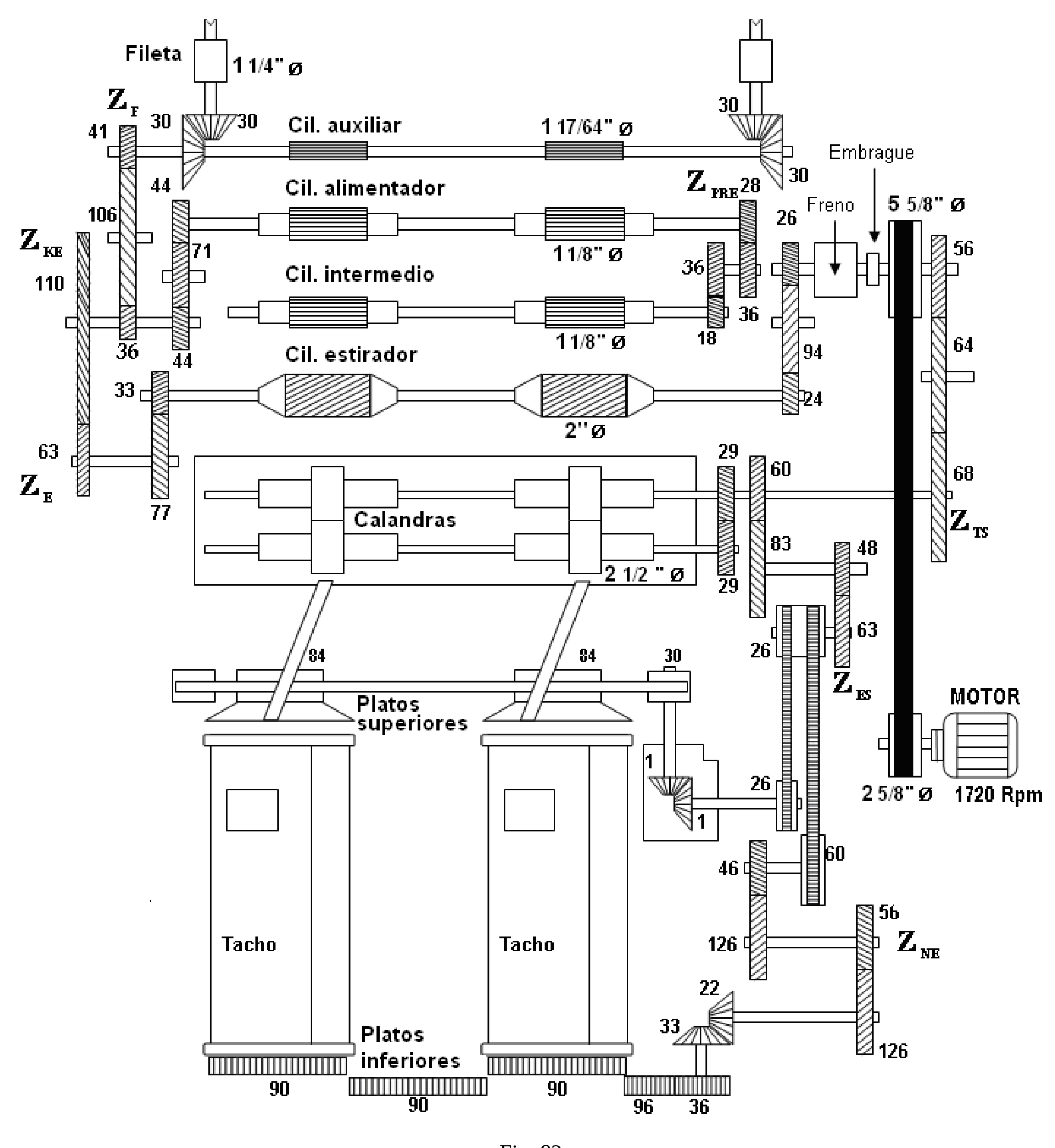


Fig. 92

VELOCIDADES

A manera de demostración, realizaremos el cálculo para dos elementos del manuar.

Cilindros de la fileta

$$rpm_{fileta} = 1720\ rpm \cdot \frac{2,625''}{5,625''} \cdot \frac{26}{24} \cdot \frac{33}{77} \cdot \frac{63}{110} \cdot \frac{36}{41} \cdot \frac{30}{30} = 187,4075$$

$$m/\min_{cil.\,alim} = \frac{1{,}25''\cdot 3{,}1416 \cdot 187{,}4075\ rpm}{39{,}37} = 18{,}693$$

Cilindro intermedio

$$rpm_{cil.\,interm.} = 1720\ rpm \cdot \frac{2{,}625''}{5{,}625''} \cdot \frac{26}{24} \cdot \frac{33}{77} \cdot \frac{63}{110} \cdot \frac{44}{44} \cdot \frac{28}{36} \cdot \frac{36}{18} = 332{,}0121$$

$$m/\min_{cil.\,interm.} = \frac{1{,}125''\cdot 3{,}1416 \cdot 332{,}0121\ rpm}{39{,}37} = 29{,}805$$

Ahora completa el siguiente cuadro:

Órgano	rpm	m/min
Cilindro de la fileta	187,4075	18,693
Cilindro auxiliar		
Cilindro alimentador		
Cilindro intermedio	332,0121	29,805
Cilindro estirador		
Calandras		

ESTIRAJES

Estiraje entre el cilindro alimentador y el cilindro intermedio

$$E = \frac{1{,}125''}{1{,}125''} \cdot \frac{28}{36} \cdot \frac{36}{18} = 1{,}556$$

Completar el siguiente cuadro de estirajes para el manuar:[13]

Estiraje previo	1,556
Estiraje principal	
Estiraje total	

[13] El estiraje previo ocurre entre el cilindro alimentador y el cilindro intermedio. El estiraje principal se da entre el cilindro intermedio y el estirador. Llamamos estiraje total, o de máquina, el comprendido entre el cilindro alimentador y el cilindro estirador.

MECHERA

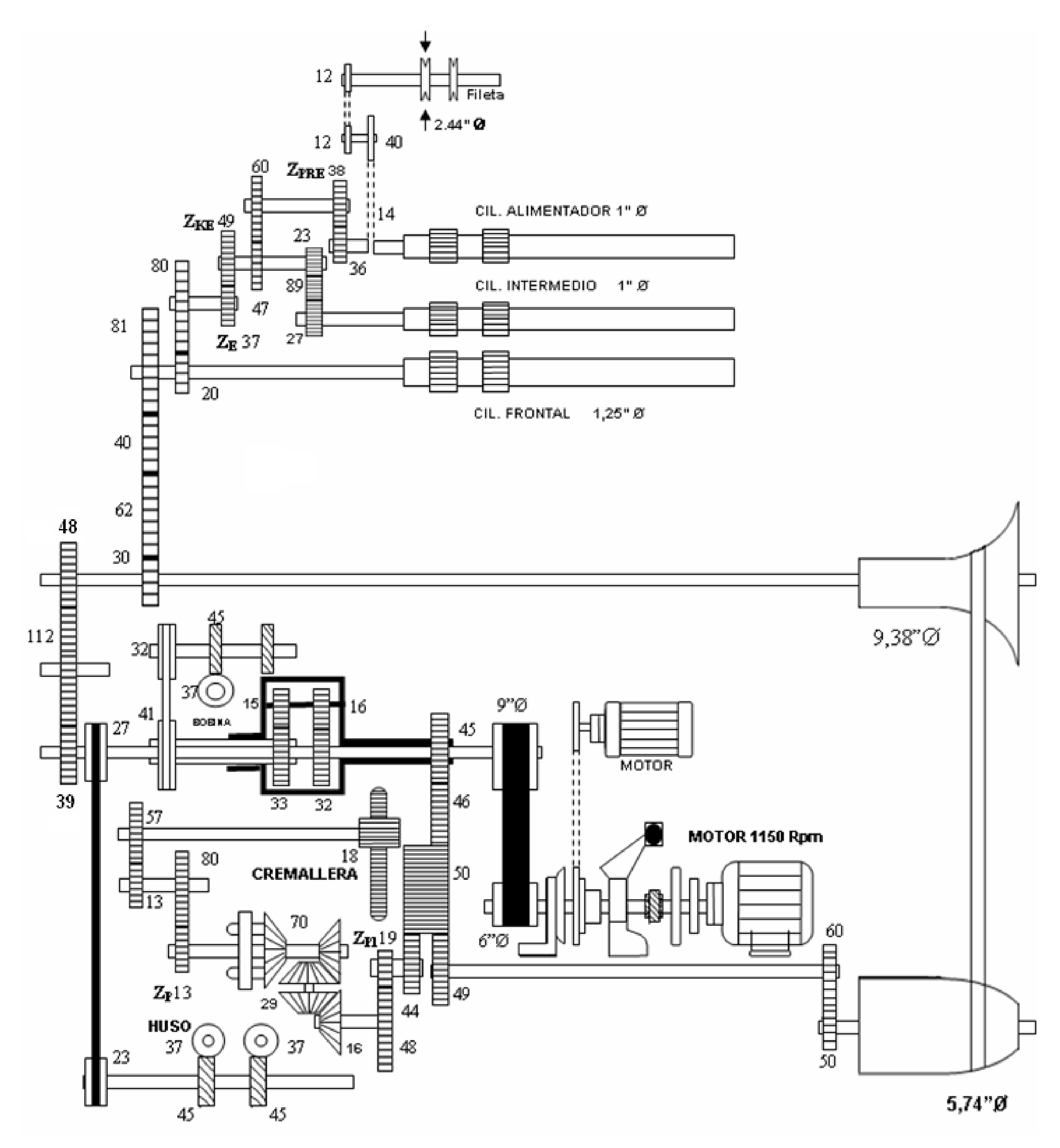


Fig. 93

VELOCIDADES

Calcularemos las velocidades para dos elementos de la mechera.

Cilindros de la fileta

$$rpm_{fileta} = 1150\ rpm \cdot \frac{6''}{9''} \cdot \frac{39}{48} \cdot \frac{30}{81} \cdot \frac{20}{80} \cdot \frac{37}{49} \cdot \frac{47}{60} \cdot \frac{38}{36} \cdot \frac{14}{40} \cdot \frac{12}{12} = 12{,}604$$

$$m/\min_{fileta} = \frac{2{,}44'' \cdot 3{,}1416 \cdot 12{,}604\ rpm}{39{,}37} = 2{,}454$$

Cilindro intermedio

$$rpm_{cil.\,intermedio} = 1150\ rpm \cdot \frac{6''}{9''} \cdot \frac{39}{48} \cdot \frac{30}{81} \cdot \frac{20}{80} \cdot \frac{37}{49} \cdot \frac{23}{27} = 37{,}1$$

$$m/\min_{cil.\,intermedio} = \frac{1'' \cdot 3{,}1416 \cdot 37{,}1\ rpm}{39{,}37} = 2{,}96$$

Completa el siguiente cuadro:

Órgano	rpm	m/min
Cilindro de la fileta	12,604	2,454
Cilindro alimentador		
Cilindro intermedio	37,1	2,96
Cilindro frontal		

ESTIRAJES

Estiraje entre el cilindro intermedio y el cilindro frontal

$$E = \frac{1{,}25''}{1''} \cdot \frac{27}{23} \cdot \frac{49}{37} \cdot \frac{80}{20} = 7{,}773$$

Ahora calcula los demás estirajes para la mechera:

Estiraje previo	
Estiraje principal	7,773
Estiraje total	

CONTINUAS DE ANILLOS

Continua A

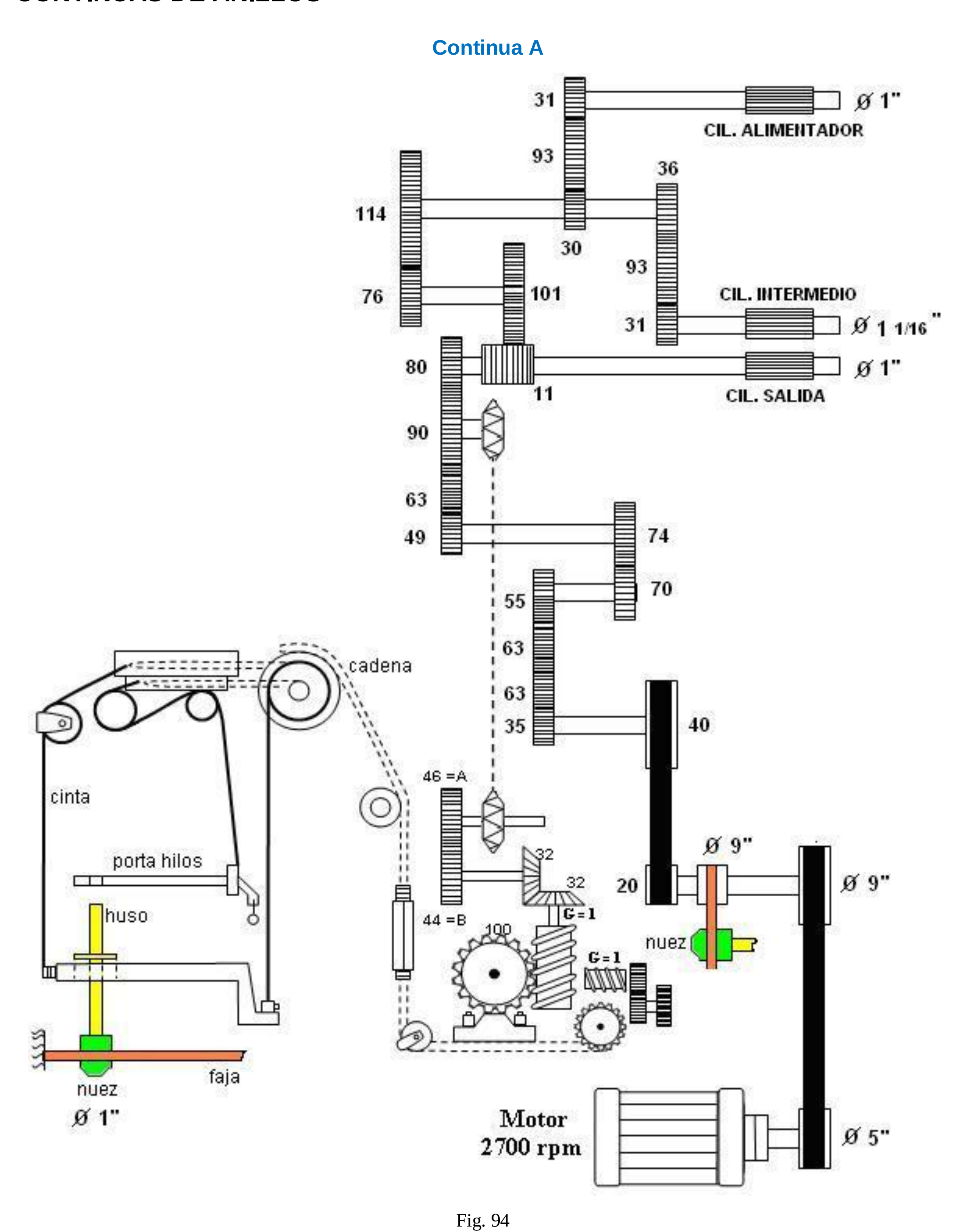


Fig. 94

VELOCIDADES

Cilindro de salida

$$rpm_{cil.\ salida} = 2700\ rpm \cdot \frac{5''}{9''} \cdot \frac{20}{40} \cdot \frac{35}{55} \cdot \frac{70}{74} \cdot \frac{49}{80} = 276{,}528$$

$$m/\min_{cil.\ salida} = \frac{1'' \cdot 3{,}1416 \cdot 276{,}528\ rpm}{39{,}37} = 22{,}066$$

Huso

$$rpm_{huso} = 2700\ rpm \cdot \frac{5''}{9''} \cdot \frac{9''}{1''} = 13500$$ [14]

Completa el siguiente cuadro:

Órgano	rpm	m/min
Cilindro alimentador		
Cilindro intermedio		
Cilindro de salida	276,528	22,066

ESTIRAJES

Completar:

Pre estiraje	
Estiraje principal	
Estiraje total	

[14] Este dato nos servirá para calcular la torsión del hilo fabricado.

Continua B

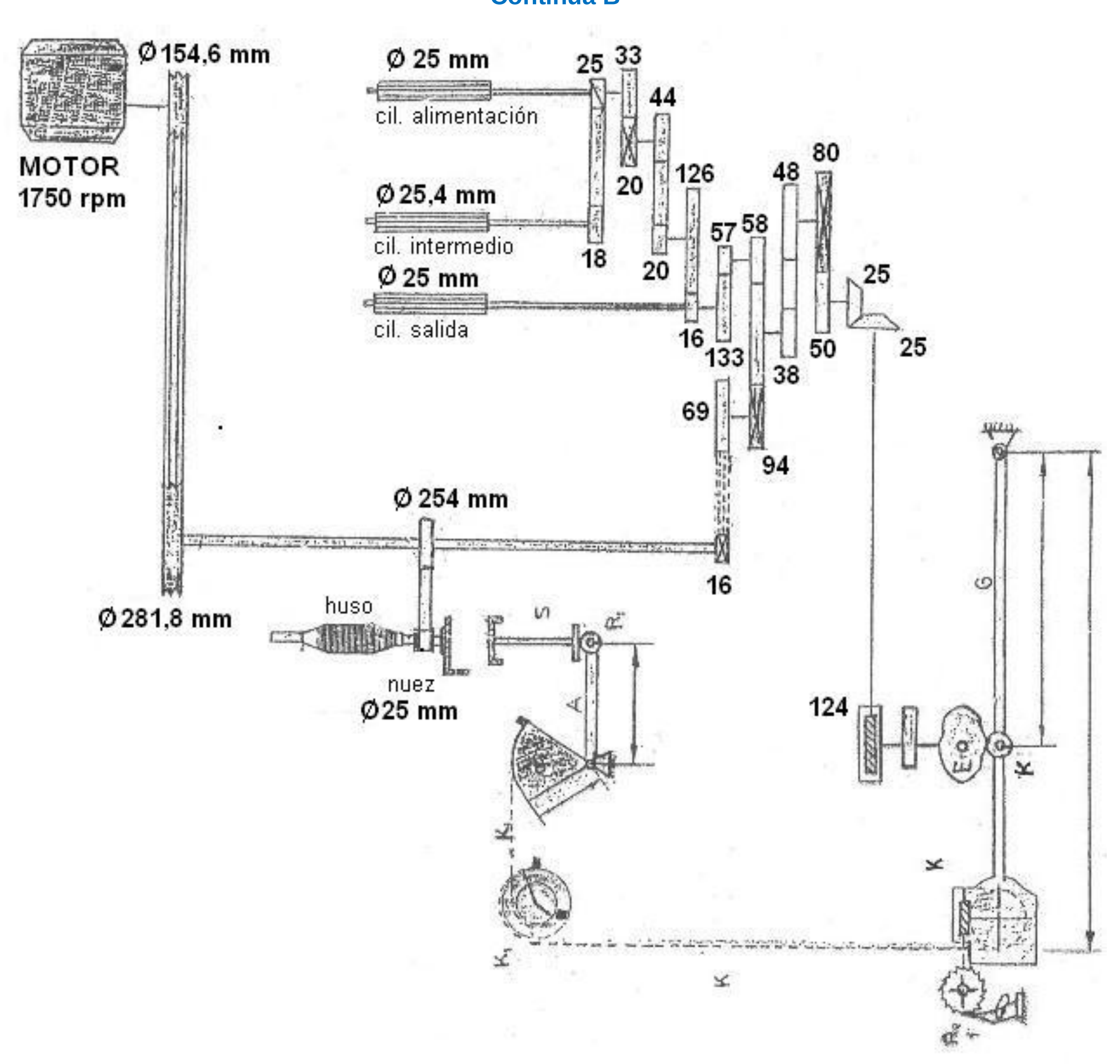


Fig. 95

VELOCIDADES

Cilindro intermedio

$$rpm_{cil.\,intermedio} = 1750\ rpm \cdot \frac{154{,}56\ mm}{281{,}8\ mm} \cdot \frac{16}{69} \cdot \frac{94}{58} \cdot \frac{57}{133} \cdot \frac{16}{126} \cdot \frac{20}{44} \cdot \frac{20}{33} \cdot \frac{25}{18} = 7{,}511$$

$$m/\min_{cil.\,intermedio} = \frac{25{,}4\ mm \cdot 3{,}1416 \cdot 7{,}511\ rpm}{1000} = 0{,}599$$

Huso

$$rpm_{huso} = 1750\ rpm \cdot \frac{154{,}56\ mm}{281{,}8\ mm} \cdot \frac{254\ mm}{25\ mm} = 9751{,}87$$

Completa el siguiente cuadro:

Órgano	rpm	m/min
Cilindro de alimentación		
Cilindro intermedio		
Cilindro de salida		

ESTIRAJES

Completar:

Pre estiraje	
Estiraje principal	
Estiraje total	

CONTROL DE CALIDAD EN LOS PROCESOS

BATÁN

Irregularidad de napas

Si a la salida de esta máquina el material se presenta en forma de rollos, se realiza el control del peso por unidad de longitud de la manta producida.

Usualmente los rollos de batán miden 50 metros, y presentan un peso de 410 a 450 gramos por metro. Es importante entonces, asegurar la máxima regularidad en la napa que alimentará a las cardas.

El procedimiento general es como sigue:

- Pesar cada metro del rollo en una balanza. Descartar los tramos que no tengan esta longitud.
- Anotar los gramos por metro.
- Calcular la media aritmética y el coeficiente de variación de los g/m.
- Graficar la variación de los g/m en un diagrama de control.
- Clasificar el rollo de acuerdo a la siguiente tabla:

CV g/m	Nivel
< 1,25%	Uniforme
1,25 – 1,8%	Promedio
> 1,9%	Irregular

CARDA

Control de neps

Una regulación inadecuada puede originar neps en el velo de carda. Los neps pueden formarse también por tener guarniciones inadecuadas y/o por velocidades inadecuadas. Un lugar preferente en la formación de neps es la zona de transferencia entre el abridor y el gran tambor.

Hay tres métodos para el control de neps a la salida de la carda:

- **Método Shirley**

  Se realiza mediante el conteo de celdas que presentan neps y un cálculo para su proyección a neps por pulgada cuadrada. Hace uso de una distribución de Poisson de los neps en el velo de la carda.

- **Comparación con fotografías patrones**

  Se asigna el grado de nepabilidad del velo mediante el uso de estándares fotográficos. Es una evaluación subjetiva.

- **Evaluación mediante equipo Uster AFIS**

  Muestra el contenido de neps por cada gramo de cinta, además tiene la ventaja de monitorear este parámetro en todos los procesos de preparación.

Descripción del método Shirley

- Introducir la plantilla por debajo del velo y levantarla de modo que las fibras queden adheridas a ella. Los especímenes se toman del centro y de ambos costados de la carda.
- Colocar la plantilla estándar contadora de neps sobre el espécimen.
- Retirar cuidadosamente los restos de velo del contorno de la plantilla.
- Contar el número de celdas de la plantilla que contienen neps.
- Determine los neps/100 $pulg^2$ mediante la fórmula:

$$neps/100\ pulg^2 = \frac{1{,}531 - \log\ (34 - x)}{0{,}434} \cdot 100$$

Donde

x	: número de celas con neps
1,531	: logaritmo de 34 (celdas de la plantilla)
0,434	: constante

El número de neps/100 $pulg^2$ se expresa como promedio de tres resultados: derecha, centro e izquierda.



Fig. 96 Velo de fibras a la salida de los cilindros trituradores



Fig. 97 Plantillas para la determinación de neps por 100 pulgadas cuadradas, método Shirley



Fig. 98 Velo de carda entre las plantillas. Debe contarse las celdas que presentan al menos un nep.

El resultado final puede evaluarse con la siguiente tabla:

neps/100 pulg^2	Nivel
1 – 15	Bajo
16 – 30	Promedio
31 – 45	Alto
> 46	Muy alto

Ejemplo: Se realizó una prueba de neps en el velo de una carda y se obtuvo los siguientes resultados:

Lado	Celdas con neps
Izquierdo	7
Centro	4
Derecho	5
Media	5

$$neps/100\ pulg^2 = \frac{1{,}531 - \log\ (29)}{0{,}434} \cdot 100 = 15{,}8 \approx 16$$

El nivel de neps en el velo de carda se califica como **promedio**.

PEINADORA

Determinación del porcentaje de noil

Se emplea la siguiente fórmula:

$$\%\ noil = \frac{Peso\ noil}{Peso\ cinta + noil} \cdot 100$$

CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN EN MÁQUINAS DE HILANDERÍA

De manera general, la producción de un proceso puede expresarse de varias maneras:

$$\text{Producción} = \frac{unidades\ \ producidas}{tiempo}; \frac{longitud\ \ producida}{tiempo}; \frac{peso\ \ producido}{tiempo}$$

En el caso concreto de las máquinas de hilandería, se expresa en unidades de peso producidos por unidad de tiempo, por ejemplo kilogramos por hora o toneladas por día.

Para hallar los kilogramos producidos en 1 hora de una máquina empleamos la fórmula:

$$\boxed{kg/h = g/m \cdot V_{salida} \cdot \%E \cdot núm.\ salidas \cdot 0{,}0006}$$

Donde:

- *g/m* viene a ser la densidad lineal del material en gramos por metro, este valor es equivalente al kilotex.
- V_{salida} es la velocidad del cilindro frontal (cilindro de salida) de la máquina) en metros por minuto.
- *%E* es el porcentaje de eficiencia de la máquina, se necesita esta dato para conocer la producción real.[15]
- *núm. salidas* indica la cantidad de salidas que posee la máquina. Por ejemplo un manuar puede tener 2 cabezales, una mechera 76 bobinas, una continua 1008 husos, una hiladora a rotor 120 salidas.
- *0,0006* es la constante de conversión de las unidades originales para que el resultado se exprese en kg/h.

[15] En el primer volumen de esta colección *Aspectos preliminares* se muestra cómo realizar el cálculo de este factor. (Véase EFICIENCIA DE MÁQUINAS)

En el caso de hilanderías algodoneras, se modifica ligeramente la ecuación original para quedar del siguiente modo:

$$kg/h = \frac{V_{salida} \cdot \%E \cdot núm.\ salidas \cdot 0{,}0003543}{Ne}$$

CONTROL DE ROTURAS

Sirve para evaluar la intensidad de las roturas en las máquinas de hilatura (también se realizan en las mecheras, en las urdidoras y en los telares, aunque se determinan de manera ligeramente diferente).

El resultado de este control se interpreta como la cantidad de roturas producidas en 1000 husos en el lapso de una hora. La fórmula para calcularla es la siguiente:

$$roturas/1000\ husos/hora = \frac{roturas\ \ producidas \cdot 1000}{núm.\ de\ husos\ observados \cdot horas\ observadas}$$

Ejemplo

Se desea realizar el control de roturas de una continua de anillos de 540 husos, para ello, el controlador debe ir anotando las roturas de hilo que se producen a la salida de la máquina durante el tiempo de observación. Esto requiere que continuamente vaya desplazándose a lo largo de la máquina para observar todos los husos. Para evitar el doble conteo de una rotura, se anota en un formato el número de huso con el hilo roto.

El observador está atento a las nuevas roturas producidas e incluso debe anotar de nuevo cuando un huso vuelve a romper luego de ser atendido por el operario (indicador de un desperfecto de máquina o material de alimentación).

Los datos obtenidos fueron:

- Hora de inicio : 9:20 h
- Hora de fin : 11:40 h
- Roturas producidas : 25
- Husos observados : 540

Cálculos

- $horas\ observadas = 11{,}67\ h - 9{,}33\ h = 2{,}34\ h$
- $roturas/1000\ husos/hora = \dfrac{25\ roturas \cdot 1000}{540\ husos \cdot 2{,}34\ horas} = 19{,}78 \approx 20$

DENSIDAD LINEAL DE LOS MATERIALES TEXTILES

Es difícil expresar la finura de una napa, cinta, mecha o hilo tomando como base el espesor o el diámetro, debido a la blandura, diferencia en las torsiones y las diferentes formas en la sección transversal del material.

Por tal motivo, en la industria textil, para conocer la finura de los materiales en función de las especificaciones comerciales, se tiene que relacionar la longitud y el peso del material o viceversa, obteniéndose de dicha relación la **densidad lineal**.[16]

La densidad lineal es una expresión numérica que indica la relación entre el peso y la longitud, y viceversa, de los materiales textiles de hilandería.

Por otro lado las principales características físicas de los hilos, evaluados en forma continua para conocer su calidad son:

- densidad lineal
- resistencia y torsión
- apariencia
- uniformidad

La variabilidad de cada una de estas propiedades dentro de cada bobina o lote, influye decisivamente en los procesos subsiguientes. En la venta de hilos de fibras cortadas o discontinuas, como producto acabado, la calidad estándar debe mantenerse para satisfacer los requerimientos del mercado.

Si el sistema de control, durante el proceso de apertura, limpieza y cardado, ha descuidado su objetivo, al ser vendido, el hilo no reunirá las especificaciones comerciales, en cuanto a sus características físicas más importantes.

SISTEMAS DE MEDICIÓN DE LA DENSIDAD LINEAL

Todos los sistemas de numeración existentes se pueden agrupar en dos grandes familias: sistemas directos y sistemas indirectos (inversos).

SISTEMAS DIRECTOS

En estos sistemas, conocidos como **títulos**, la longitud permanece constante y el peso es variable.

Principio

Dados dos hilos con diferente grosor, al obtener una madeja de cada uno con la misma longitud, la madeja del hilo más delgado tendrá menos peso, mientras la madeja del hilo grueso presentará más peso, esto quiere decir que para la misma longitud, el hilo más fino tiene menos peso que el hilo grueso, logrando – como consecuencia – menor valor en el título.

Dicho de otra manera, en el sistema directo:

- a menor título del material, menor diámetro del mismo (es más fino)
- a mayor título del material, mayor diámetro del mismo (es más grueso)

[16] En el segundo volumen de esta colección (II. Fibras textiles) se detalla las diferentes maneras de expresar la finura de un cuerpo.

Los principales sistemas directos de titulación de los hilos son

Título tex (*tex*)

Este sistema, que tiende a convertirse en el sistema universal para la densidad lineal, expresa el peso en gramos de 1000 metros de material.

Tiene la virtud de su sencilla aplicación, debido al uso de las unidades internacionales de masa y longitud.

Por ejemplo:

- Si 1000 metros de un hilo tienen un peso de 20 gramos, se dice que el título tex del hilo es 20.
- Si 1000 metros de un hilo tienen un peso de 170 gramos, se dice que el título tex del hilo es 170.

Igual que en las demás unidades métricas del SI, también con el sistema de numeración tex pueden calcularse y utilizarse submúltiplos y múltiplos. La siguiente tabla muestra una selección con los correspondientes símbolos

Unidad	Símbolo	Expresa		Equivale a	Uso
militex	mtex	mg/1000 m	g/100 000 m	0,001 tex	finura de fibras
decitex	dtex	dg/1000 m	g/10 000 m	0,1 tex	finura de fibras
tex	tex	g/1000 m	g/1 000 m	1 tex	finura de hilos
kilotex	ktex	kg/1000 m	g/m	1000 tex	finura de cintas

Título denier (*Td* o *De*)

Se empleaba desde tiempos muy remotos en la industria de la seda natural, y antes que se descubriesen los métodos de fabricación de las fibras hechas por el hombre. Actualmente se emplea en la titulación de hilos de fibras artificiales y sintéticas, tanto en fibra cortada como en filamento continuo.

Básicamente este sistema indicaba la cantidad de madejas de 20 *aunas* cada una (1 auna = 22,5 m) contenidas en 1 *denier* (1 denier = 0,05 gramos). Por la dificultad que ofrecía esta cifra para el cálculo del título del hilo, se buscó un factor (20) que, multiplicado por las unidades de longitud y peso, obtuviera cifras enteras. Así tenemos:

- Si 9000 metros de un hilo pesan 15 gramos, se dice que el título denier del hilo es 15.
- Si 9000 metros de un hilo pesan 350 gramos, se dice que el título denier del hilo es 350.

Gramos por metro

Se emplea en la titulación de cintas de la hilandería. Como su nombre lo indica, expresa el peso en gramos por cada metro de material (g/m).

Micronaire (*Mc*)

Es un sistema que expresa el peso en microgramos (ug) de 1 pulgada (2,54 cm) de material. Se utiliza ampliamente para expresar la finura de la fibra del algodón, siendo un sistema estándar para este fin. Así, por ejemplo, si un algodón Tangüis tiene una finura micronaire de 5,1 significa que una pulgada de esta fibra pesa 5,2 microgramos (0,0000052 g/0,0254 m).

Cuartos de onza (*Nco*)

Viene dada por la cantidad de cuartos de onza catalana (una onza catalana equivale a 33,3 gramos) que una madeja de 500 canas catalanas (777,5 metros).

Si un hilo tiene 6/4 de onza significa que una madeja de 777,5 metros tiene un peso de 50 gramos. Este sistema se utiliza para numerar los hilos gruesos de algodón.

Otros sistemas de titulación menos utilizados son los siguientes:

Lana cardada (catalán)
Indica la masa en gramos de 6504 metros. Se utiliza para numerar los hilos obtenidos por el proceso de hilatura de lana cardada, especialmente en Cataluña.

Lana cardada (estadounidense)
También llamado *American grain*, indica la masa en granos (0,0648 gramos) de 20 yardas. Su símbolo es *Tga*.

Cotton grain (estadounidense)
Expresa la masa en granos de 120 yardas.

Grex
Es equivalente al decitex.

Seda (inglés y estadounidense)
Expresa la masa en dracmas (1,772 gramos) de 1 000 yardas.

Aberdeen
Indica la masa en libras de 14 400 yardas. Se usa especialmente para hilos de lana cardada y para fibras vegetales (lino y yute).

Cálculo de la constante K de los sistemas directos

Para facilitar el cálculo de la densidad lineal de hilos, tanto en sistema directo como en el indirecto, es muy útil conocer la unidad de masa y la unidad de longitud del sistema. Asimismo, dichas unidades son elementos de base para el cálculo de los factores y constantes de conversión de títulos o números, como se verá más adelante.

El enunciado general de los títulos es:

$$T = \frac{P}{L} \cdot K$$

Donde:

T : Título de la fibra, cinta, mecha o hilo

P : Peso

L : Longitud

K : Constante

Primer problema

Veamos el siguiente caso: se tiene 185 metros de hilo que pesan 0,732 gramos. Debemos calcular su título denier (Td).

Conocimientos previos

- Sabemos – por concepto – que el título denier expresa el peso en *denieres* de 20 *aunas*.
- 1 *denier* equivale a 0,05 gramos
- 1 *auna* equivale a 22,5 metros

Solución 1

- Convertimos las unidades de longitud y peso para que nuestros datos estén en las unidades originales del sistema:

$$L_{(aunas)} = \frac{180\ m}{22,5} = 8,222$$

$$P_{(denier)} = \frac{0,732\ g}{0,05} = 14,64$$

- Planteamos los datos utilizando el concepto del título denier, de la siguiente forma: *Si 8,222 aunas pesan 14,64 deniers ¿cuántos deniers pesarán 20 aunas?* Esto se resuelve empleando la regla de tres simple directa. Y el resultado nos dará el título denier.

$$Td = \frac{20\ aunas \cdot 14,64\ deniers}{8,222\ aunas} = 35,61$$

Solución 2

- Simplemente en el planteamiento de la regla de tres, reemplazamos los valores de las longitudes y pesos, en las unidades originales del problema.

$$Td = \frac{20\ aunas \cdot \dfrac{0,732\ g}{0,05}}{\dfrac{185\ m}{22,5}} = \frac{20\ aunas \cdot 0,732\ g \cdot 22,5}{185\ m \cdot 0,05} = 35,61$$

- Como también sabemos, en esa ecuación hay 2 datos variables (el peso y la longitud del hilo) y 3 constantes: una propia del sistema (20 aunas) y dos que son las constantes de conversión, entonces si simplificamos la ecuación operando las constantes por separado (que vendrían a formar una nueva constante), tenemos:

$$Td = \frac{20\ aunas \cdot 0,732\ g \cdot 22,5}{185\ m \cdot 0,05} = \frac{0,732\ g}{185\ m} \cdot 9000 = 35,61$$

- Entonces concluimos que para hallar el título denier, obtendremos el mismo resultado si operamos en las unidades métricas pero empleando la constante hallada (K=9000):

$$Td = \frac{P_{gramos}}{L_{metros}} \cdot 9000$$

Solución 3

Ya vimos que podemos simplificar el proceso de cálculo si conocemos la constante del título denier para gramos y metros, pero en la soluciones 2 y 3 se requerían los datos del hilo. Veremos ahora que podemos hallar la constante del título denier antes que se presente un problema. Para ello, debemos recordar lo siguiente:

Dado un sistema directo de densidad lineal, su constante viene a ser el cociente de la unidad base de la longitud (expresada en las unidades de longitud deseadas) entre la unidad base del peso (expresada en las unidades de peso deseadas).

Aplicación

Sabemos que:

- unidad base de la longitud del título denier: 20 *aunas*
- unidad base del peso del título denier: *deniers*

Ahora calculamos la constante del sistema para el peso en gramos y la longitud en metros:

$$K = \frac{20\ aunas}{1\ denier} = \frac{20\ aunas \cdot 22{,}5}{1\ denier \cdot 0{,}05} = \frac{450\ m}{0{,}05\ g} = 9000$$

Entonces, la fórmula para hallar el título denier, cuando la longitud está en metros y el peso en gramos, es la siguiente:

$$Td = \frac{P_{gramos}}{L_{metros}} \cdot 9000$$

Este método rápido para el cálculo de la constante se aplica para todos los títulos (sistemas directos).

<u>Segundo problema</u>

Calcular la constante del sistema de densidad lineal directo (título) tex.

Solución

De acuerdo al concepto del título tex

- unidad base de la longitud: 1000 metros
- unidad base del peso: gramo

Calculamos la constante:

$$K = \frac{1000\ m}{1\ g} = 1000$$

Entonces la fórmula para determinar el título tex viene dada por:

$$tex = \frac{P_{gramos}}{L_{metros}} \cdot 1000$$

SISTEMAS INDIRECTOS (INVERSOS)

A estos sistemas también se le conoce como **números**, el peso permanece constante y la longitud es variable.

Principio

Si se tienen dos hilos con diferente grosor, al obtener una madeja de cada uno que tuvieran el mismo peso, la madeja del hilo más delgado tendrá mayor longitud, mientras la madeja del hilo grueso presentará menor longitud, esto quiere decir que para el mismo peso, el hilo más fino tiene más longitud que el hilo grueso, logrando – como consecuencia – mayor valor en el número.

Dicho de otra manera: en el sistema indirecto:

- a mayor número del material, menor diámetro del mismo (es más fino)
- a menor número del material, mayor diámetro del mismo (es más grueso)

Los principales sistemas inversos de numeración de los hilos son

Número métrico (*Nm*)

En este sistema, la unidad de longitud es 1000 metros y la unidad de masa es el kilogramo. Se emplea preferentemente para la numeración de hilos de lana.

El Nm indica cuántas veces 1000 metros de hilo se requieren para alcanzar el peso de un kilogramo. De este modo, se tiene que:

- Si 1000 metros de hilo pesan 1 kilogramo, se dice que el número métrico es 1 (Nm = 1); es decir, 1000 m/kg.
- Si 9000 metros de hilo pesan 1 kilogramo, se dice que el número métrico es 9 (Nm = 9) o, lo que es lo mismo, 9000 m/kg.

Número inglés de algodón (*Nec*)

Este sistema se usa para numerar los hilos de algodón. Emplea como unidad de longitud un *hank* (840 yardas) y como unidad de masa una libra inglesa (453,6 gramos), es decir, este sistema expresa el peso en hanks por cada libra del material.

Por ejemplo:

- Si un hank (840 yd x 1) pesa una libra, se dice que el número inglés de algodón es 1 (Nec = 1´s)
- Si seis hanks (840 yd x 6) pesan una libra, se dice que el número inglés de algodón es 6 (Nec = 6´s)
- Si sesenta hanks (840 yd x 60) pesan una libra, se dice que el número inglés de algodón es 60 (Nec = 60´s)

Número inglés de lana peinada (*New*)

Empleado para numerar hilos de lana peinada, la unidad de longitud es una madeja de 560 yardas y como unidad de masa una libra inglesa.

Número inglés de lana cardada, ***Yorkshire skeins woollens*** (*Ny* o *YSW*)

Se emplea como unidad de longitud la yarda y como unidad de peso una dracma avoirdupois (1,772 gramos)

Algodón catalán (*Nc*)

El número del hilo viene dado por la cantidad de madejas de 500 canas catalanas (1 cana = 1,555 metros) que entran en una 1,1 *lliuras* (la lliura es la libra catalana y equivale a 400 gramos). Este sistema se utiliza en las hilaturas algodoneras españolas.

Un hilo 22 Nc, significa que una longitud de 17 105 metros tiene una masa de 440 gramos, que es la masa considerada constante para este sistema de numeración inverso.

Lea (*Nlea*)

Se define como el número de madejas de 300 yardas que entran en 1 libra. Es un sistema inglés para numerar principalmente los hilos de lino.

Otros sistemas de numeración inversos, mucho menos utilizados en la industria, son los siguientes:

Españoles

- Para la fibra de asbesto: Numero de madejas de 100 metros que entran en 1000 gramos
- *Puntos de Alcoy*: Numero de madejas de 1320 metros que entran en una libra alcoyana (472,5 gramos). Es el sistema utilizado para numerar a los hilos de lana cardada en la Comunidad Valenciana

Ingleses

- Para las fibras de amianto y vidrio: número de madejas de 100 yardas que entran en una libra. Su símbolo es NG.
- Otro sistema para hilos de asbesto (NeA) indica cuántas madejas de 50 yardas hay en una libra.
- Para la fibra de lana los ingleses tienen varios sistemas de numeración:
  - *Alloa* (Na): Número de madejas de 11 520 yardas que entran en 24 libras. Para lana cardada.
  - *Dewsbury* (Nd): Número de yardas que entran en una onza inglesa. Usada en la lana cardada.
  - *Galashiels* (Ng): Número de madejas de 300 yardas que entran en 24 onzas. Usada en la lana cardada.
  - *Hawick* (NH): Número de madejas de 300 yardas que entran en 26 onzas. Se emplea para la lana cardada.
  - *Irish*: Número de yardas que entran en 7,1 gramos.
  - *West of England* (Nwe): Cantidad de madejas de 320 yardas que entran en 1 libra.

Franceses

- Número francés: Número de madejas de 1 000 metros que entran en 500 gramos.
- *Reims*: Número de madejas de 700 metros que entran en 1 000 gramos.
- *Fourmies*: Número de madejas de 710 metros que entran en 1 000 gramos.
- *Roubaix*: Número de madejas de 714 metros que entran en 500 gramos.

Estadounidenses

- *American run* (Nar): Número de madejas de 100 yardas que entran en una onza.
- *American cut* (Nac): Número de madejas de 300 yardas que entran en una libra.
- Amianto (NaA): Cantidad de madejas de 100 yardas en una libra.

Italiano

- *Pratese*: Número de madejas de 583 metros que entran en 339,5 gramos. Se utiliza en la hilatura de lana cardada.

Portugués

- *Covilha*: Número de metros que entran en 5 gramos. Se utiliza en la hilatura de lana cardada.

Cálculo de la constante K de los sistemas inversos

El enunciado general de estos sistemas es:

$$\boxed{N = \frac{L}{P} \cdot K}$$

Donde:

N : Número de la fibra, cinta, mecha o hilo

L : Longitud

P : Peso

K : Constante

Primer problema

Se tiene una madeja de hilo de 231 metros, que pesa 2,754 gramos, ¿cuál será su número inglés de algodón (Nec)?

Conocimientos previos

- Sabemos – por concepto – que el Nec expresa cuántos hanks hay en una libra.
- 1 hank mide 840 yardas, u 768,09 metros
- 1 libra equivale a 453,6 gramos

Solución 1

- Convertimos las unidades de longitud y peso para que nuestros datos estén en las unidades originales del sistema:

$$L_{(hanks)} = \frac{231\,m}{768{,}09} = 0{,}30075$$

$$P_{(libras)} = \frac{2{,}754\ g}{453{,}6} = 0{,}006071$$

- Planteamos los datos utilizando el concepto del Nec, de la siguiente forma: *Si 0,3 hanks pesan 0,006071 libras ¿cuántos hanks pesarán 1 libra?* Esto se resuelve empleando la regla de tres simple directa. Y el resultado nos dará el número inglés de algodón.

$$Nec = \frac{1\ lb \cdot 0{,}30075\ hanks}{0{,}006071\ libras} = 49{,}54$$

Solución 2

- Reemplazamos en la ecuación anterior los valores de las longitudes y pesos, en las unidades originales del problema.

$$Nec = \frac{1\ libra \cdot \frac{231\ m}{768{,}09}}{\frac{2{,}754\ g}{453{,}6}} = \frac{1\ libra \cdot 231\ m \cdot 453{,}6}{2{,}754\ g \cdot 768{,}09} = 49{,}53$$

- Como también sabemos, en esa ecuación hay 2 datos variables (el peso y la longitud del hilo) y 3 constantes: una propia del sistema (1 libra) y dos que son las constantes de conversión, entonces si simplificamos la ecuación operando las constantes por separado (que vendrían a formar una nueva constante), tenemos:

$$Nec = \frac{1\ libra \cdot 231\ m \cdot 453{,}6}{2{,}754\ g \cdot 768{,}09} = \frac{231\ m}{2{,}754\ g} \cdot 0{,}5906 = 49{,}54$$

- Entonces concluimos que para hallar el número inglés de algodón, obtendremos el mismo resultado si operamos en las unidades métricas pero empleando la constante hallada (K=0,5906):

$$Nec = \frac{L_{metros}}{P_{gramos}} \cdot 0{,}5906$$

Solución 3

Ya vimos que podemos simplificar el proceso de cálculo si conocemos la constante del número inglés de algodón para gramos y metros, pero en la soluciones 2 y 3 se requerían los datos del hilo. Veremos ahora que podemos hallar la constante del Nec antes que se presente un problema. Para ello, debemos recordar lo siguiente:

Dado un sistema inverso de densidad lineal, su constante viene a ser el cociente de la unidad base del peso (expresada en las unidades de peso deseadas) entre la unidad base de la longitud (expresada en las unidades de longitud deseadas).

Aplicación

Sabemos que:

- unidad base de la longitud del Nec: *hanks*
- unidad base del peso del Nec: 1 *libra*

Ahora calculamos la constante del sistema para el peso en gramos y la longitud en metros:

$$K = \frac{1\,libra}{1\,hank} = \frac{1\,libra \cdot 453{,}6}{1\,hank \cdot 768{,}09} = \frac{453{,}6\ g}{768{,}09\ m} = 0{,}5906$$

Entonces, la fórmula para hallar el número inglés de algodón, cuando la longitud está en metros y el peso en gramos, es la siguiente:

$$Nec = \frac{L_{\ metros}}{P_{\ gramos}} \cdot 0{,}5906$$

Este método rápido para el cálculo de la constante se aplica para todos los números (sistemas indirectos o inversos).

Observación

Las constantes de los sistemas sólo son efectivas para las unidades de longitud y peso para la que fueron calculadas, si cambian estas unidades, debe calcularse la constante requerida.

Ocurre muchas veces que en los laboratorios se dispone de una balanza que arroja los resultados en granos (grains), y la madejera (o tambor medidor) devane el material en yardas. Entonces la constante del Nec debe calcularse para estos casos.

A manera de ejemplo, vamos a suponer que necesitamos hallar las constantes para el Nec si las longitudes están en metros y yardas, y si los pesos se expresan en gramos y granos.

Caso 1: Peso en gramos y longitud en metros

Ya fue hallada: 0,5906

Caso 2: Peso en gramos y longitud en yardas

$$K = \frac{1\,libra}{1\,hank} = \frac{1\,libra \cdot 453{,}6}{1\,hank \cdot 840} = \frac{453{,}6\ g}{840\ yd} = 0{,}54$$

Caso 3: Peso en granos y longitud en metros

$$K = \frac{1\,libra}{1\,hank} = \frac{1\,libra \cdot 7000}{1\,hank \cdot 768{,}09} = \frac{7000\ gr}{768{,}09\ m} = 9{,}114$$

Caso 4: Peso en granos y longitud en yardas

$$K = \frac{1\,libra}{1\,hank} = \frac{1\,libra \cdot 7000}{1\,hank \cdot 840} = \frac{7000\ gr}{840\ yd} = 8{,}333$$

Entonces, el valor de K varía según las unidades de longitud y peso, de esta manera:

	metros	yardas
gramos	0,5906	0,54
grains	9,114	8,333

Comprobación práctica

Trabajaremos con los datos del problema:

- Longitud del hilo : 231 m = 252,62 yd
- Peso del hilo : 2,754 g = 42,5 gr

Calculamos el Nec en los cuatro casos:

$$Nec = \frac{L_{metros}}{P_{gramos}} \cdot 0{,}5906 = \frac{231\ m}{2{,}754\ g} \cdot 0{,}5906 = 49{,}54$$

$$Nec = \frac{L_{yardas}}{P_{gramos}} \cdot 0{,}54 = \frac{252{,}62\ yd}{2{,}754\ g} \cdot 0{,}54 = 49{,}53$$

$$Nec = \frac{L_{metros}}{P_{granos}} \cdot 9{,}114 = \frac{231\ m}{42{,}5\ gr} \cdot 9{,}114 = 49{,}54$$

$$Nec = \frac{L_{yardas}}{P_{granos}} \cdot 8{,}333 = \frac{252{,}62\ yd}{42{,}5\ gr} \cdot 8{,}333 = 49{,}53$$

Como se observa, se obtienen los mismos resultados, la pequeña diferencia de 0,01 Nec se considera despreciable, ya que para la densidad lineal de hilos (como en este ejemplo), se trabaja con una aproximación al décimo. Queda demostrado, entonces, el empleo de la constante adecuada según las unidades de longitud y peso usadas.

Segundo problema

Calcular la constante del número catalán, para metros y gramos.

Solución

De acuerdo al concepto del Nc:

- unidad base de la longitud: 500 *canas*
- unidad base del peso: 1,1 *lliuras*

Calculamos la constante:

$$K = \frac{1{,}1\ lliuras}{500\ canas} = \frac{1{,}1\ lliuras \cdot 400}{500\ canas \cdot 1{,}555} = \frac{440\ g}{777{,}5\ m} = 0{,}566$$

Entonces la fórmula para determinar el número catalán viene dada por:

$$Nc = \frac{L_{metros}}{P_{gramos}} \cdot 0{,}566$$

CONVERSIÓN ENTRE SISTEMAS DE DENSIDAD LINEAL

Es común que sabiendo la densidad lineal de un hilo, mecha o cinta en un sistema dado, queramos saber cuál será su finura expresada en otro sistema, esta conversión es sencilla de calcular si se tienen en cuenta algunos pasos.

Debemos mencionar que pueden darse dos casos:

- **Conversión entre sistemas del mismo grupo**: título → título (grupo de sistemas directos) o número → número (grupo de sistemas inversos).
- **Conversión entre sistemas de grupos diferentes**: título → número o número → título.

CONVERSIÓN ENTRE SISTEMAS DEL MISMO GRUPO

TÍTULO A TÍTULO

Sean dos sistemas directos de densidad lineal: T_1 y T_2

Como ya se ha explicado anteriormente, vamos a representar ambos sistemas con la longitud en metros y el peso en gramos y, obviamente, sus respectivas constantes.

$$T_1 = \frac{g}{m} \cdot K_1 \quad \text{y} \quad T_2 = \frac{g}{m} \cdot K_2$$

Para eliminar los metros y gramos, debemos dividir los sistemas entre sí:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\frac{g}{m} \cdot K_1}{\frac{g}{m} \cdot K_2} = \frac{g \cdot K_1 \cdot m}{g \cdot K_2 \cdot m} = \frac{K_1}{K_2} = K_3$$

Se ha obtenido entonces una nueva constante K_3, y se establece la relación entre los títulos del siguiente modo:

$$\frac{T_1}{T_2} = K_3 \qquad T_1 = T_2 \cdot K_3 \qquad T_2 = \frac{T_1}{K_3}$$

Ejemplo: Convertir 150 Td a tex.

Para resolver este problema, primero debemos hallar la constante de conversión (K_3).

- Expresando ambos sistemas con unidades del SI, tenemos:

$$Td = \frac{g}{m} \cdot 9000 \quad \text{y} \quad tex = \frac{g}{m} \cdot 1000$$

- Dividimos el Td entre el tex, para eliminar gramos y metros.

$$\frac{Td}{tex} = \frac{\frac{g}{m} \cdot 9000}{\frac{g}{m} \cdot 1000} = \frac{g \cdot 9000 \cdot m}{g \cdot 1000 \cdot m} = \frac{9000}{1000} = 9$$

- Entonces la constante de conversión es 9, y podemos decir que:

$$\frac{Td}{tex} = 9 \qquad Td = tex \cdot 9 \qquad tex = \frac{Td}{9}$$

$$Td = \frac{tex}{0{,}1111} \qquad tex = Td \cdot 0{,}1111$$

– Asignando el valor del Td conocido, hallamos el resultado:

$$tex = \frac{Td}{9} = \frac{150\ Td}{9} = 16{,}67$$

En la siguiente tabla aparecen algunos factores de conversión entre títulos.

	Factor de multiplicación para obtener el título equivalente en			
Título conocido	**tex**	**Denier**	**Aberdeen**	**Tga**
Tex		9	0,02903	0,2822
Denier	0,111		0,00322	0,03136
Aberdeen	34,45	310		9,7220
American Grain	3,543	31,89	0,103	

NÚMERO A NÚMERO

Sean dos sistemas inversos de densidad lineal: N_1 y N_2

Igual que el caso anterior, representamos ambos sistemas con la longitud en metros, el peso en gramos y sus respectivas constantes.

$$N_1 = \frac{m}{g} \cdot K_1 \text{ y } N_2 = \frac{m}{g} \cdot K_2$$

Se dividen los sistemas entre sí:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{\frac{m}{g} \cdot K_1}{\frac{m}{g} \cdot K_2} = \frac{m \cdot K_1 \cdot g}{m \cdot K_2 \cdot g} = \frac{K_1}{K_2} = K_3$$

La constante K_3 establece la relación entre los números del siguiente modo:

$$\frac{N_1}{N_2} = K_3 \qquad N_1 = N_2 \cdot K_3 \qquad N_2 = \frac{N_1}{K_3}$$

Ejemplo: Un hilado tiene una densidad lineal de 41 Nm, ¿cómo se expresa su finura en Nec?

– Expresando ambos sistemas con unidades del SI, tenemos:

$$Nm = \frac{m}{g} \quad \text{y} \quad Nec = \frac{m}{g} \cdot 0{,}5906$$

– Dividimos el Nm entre el Nec.

$$\frac{Nm}{Nec} = \frac{\frac{m}{g}}{\frac{m}{g} \cdot 0{,}5906} = \frac{m \cdot g}{m \cdot 0{,}5906 \cdot g} = \frac{1}{0{,}5906}$$

– Entonces podemos decir que:

$$\frac{Nm}{Nec} = \frac{1}{0{,}5906} \qquad Nm = \frac{Nec}{0{,}5906} \qquad Nec = Nm \cdot 0{,}5906$$

$$Nm = Nec \cdot 1{,}693 \qquad Nec = \frac{Nm}{1{,}693}$$

– Asignando el valor del Nm conocido, hallamos el resultado:

$$Nec = Nm \cdot 0{,}5906 = 41\ Nm \cdot 0{,}5906 = 24{,}21$$

En la siguiente tabla aparecen algunos factores de conversión entre números.

	Factor de multiplicación para obtener el número equivalente en						
Número conocido	**Nec**	**Nlea**	**Nm**	**Ng**	**Nwe**	**YSW**	**New**
Inglés de algodón		2,8	1,69	4,2	2,625	3,281	1,5
Inglés de lino	0,357		0,605	1,5	0,9375	1,172	0,536
Métrico	0,59	1,654		2,48	1,55	1,938	0,886
Galashiels	0,238	0,667	0,4032		0,625	0,7813	0,3571
West of England	0,381	1,067	0,6451	1,6		1,250	0,5714
Yorkshire Skein Woollen	0,305	0,853	0,516	1,28	0,8		0,4571
Inglés de lana peinada	0,666	1,867	1,13	2,8	1,75	2,188	

CONVERSIÓN ENTRE SISTEMAS DE GRUPOS DIFERENTES

Sean dos sistemas de densidad lineal: T (directo) y N (inverso)

Representaremos ambos sistemas con la longitud en metros y el peso en gramos y, obviamente, sus respectivas constantes.

$$T = \frac{g}{m} \cdot K_T \quad \text{y} \quad N = \frac{m}{g} \cdot K_N$$

En este caso, para que los metros y gramos se eliminen entre sí, basta con multiplicar los sistemas:

$$T \cdot N = \frac{g}{m} \cdot K_T \cdot \frac{m}{g} \cdot K_N = K_T \cdot K_N = K$$

Se ha obtenido entonces una nueva constante K, y se establece la relación entre los sistemas opuestos del siguiente modo:

$$T \cdot N = K \qquad T = \frac{K}{N} \qquad N = \frac{K}{T}$$

Ejemplo: Convertir 30 Nec a Td.

- Expresando ambos sistemas con unidades del SI, tenemos:

$$Nec = \frac{m}{g} \cdot 0{,}5906 \quad \text{y} \quad Td = \frac{g}{m} \cdot 9000$$

- Multiplicamos el Nec y el Td.

$$Nec \cdot Td = \frac{m}{g} \cdot 0{,}5906 \cdot \frac{g}{m} \cdot 9000 = \frac{m \cdot g \cdot 0{,}5906 \cdot 9000}{g \cdot m} = 5315{,}4$$

- Entonces podemos decir que:

$$Nec \cdot Td = 5315{,}4 \qquad Nec = \frac{5315{,}4}{Td} \qquad Nec = \frac{5315{,}4}{Td}$$

- Asignando el valor del Nec conocido, hallamos el resultado:

$$Td = \frac{5315{,}4}{Nec} = \frac{5315{,}4}{30\ Nec} = 177{,}18$$

Problema 1

Se tiene un hilo de lana cardada con título Aberdeen 1,45, ¿cuál será su densidad lineal expresada en el número inglés de lana cardada (YSW)?

Solución

- Primero debemos recordar el concepto de cada sistema:

  Aberdeen: Indica cuántas libras pesan 14 400 yardas de material

  YSW: Indica cuántas yardas hay en 1 dracma de material

- Luego hallamos las constantes de ambos sistemas, trabajando con metros y gramos.

  Aberdeen:

$$K = \frac{14400\ yd}{1\ lb} = \frac{14400\ yd \cdot 0{,}9144}{1\ lb \cdot 453{,}6} = \frac{13167{,}36\ m}{453{,}6\ g} = 29{,}03$$

YSW:

$$K = \frac{1\ dracma}{1\ yd} = \frac{1\ dracma \cdot 1{,}772}{1\ yd \cdot 0{,}9144} = \frac{1{,}772\ g}{0{,}9144\ m} = 1{,}938$$

- Expresando ambos sistemas con unidades del SI, tenemos:

$$Aberdeen = \frac{g}{m} \cdot 29{,}03 \quad \text{y} \quad YSW = \frac{m}{g} \cdot 1{,}938$$

- Multiplicamos el Aberdeen y el YSW.

$$Aberdeen \cdot YSW = \frac{g}{m} \cdot 29{,}03 \cdot \frac{m}{g} \cdot 1{,}938 = \frac{g \cdot m \cdot 29{,}03 \cdot 1{,}938}{m \cdot g} = 56{,}26$$

- Obtenemos entonces la relación entre los sistemas, con la constante de conversión:

$$Aberdeen \cdot YSW = 56{,}26 \qquad Aberdeen = \frac{56{,}26}{YSW} \qquad YSW = \frac{56{,}26}{Aberdeen}$$

- Asignando el valor del título Aberdeen conocido, damos con la respuesta:

$$YSW = \frac{56{,}26}{1{,}45} = 38{,}8$$

Problema 2

¿Cuáles son las fórmulas para convertir de número inglés de lana peinada (New) a título tex, y viceversa?

Solución

- Conceptos de ambos sistemas:

  New: Indica cuántas madejas de 560 yardas hay en una libra de material

  tex: Indica cuántas gramos hay en 1000 metros de material

- Luego hallamos las constantes de ambos sistemas, trabajando con metros y gramos.

  New:

$$K = \frac{1\ libra}{560\ yd} = \frac{1\ libra \cdot 453{,}6}{560\ yd \cdot 0{,}9144} = \frac{453{,}6\ g}{512{,}064\ m} = 0{,}8858$$

  tex:

$$K = \frac{1000\ m}{1\ g} = 1000$$

- Expresando ambos sistemas con unidades del SI:

$$New = \frac{m}{g} \cdot 0{,}886 \quad \text{y} \quad tex = \frac{g}{m} \cdot 1000$$

- Multiplicamos el New y el tex.

$$Nwe \cdot tex = \frac{m}{g} \cdot 0{,}8858 \cdot \frac{g}{m} \cdot 1000 = \frac{m \cdot g \cdot 0{,}8858 \cdot 1000}{g \cdot m} = 885{,}8$$

– Obtenemos entonces la relación entre los sistemas, con la constante de conversión:

$$Nwe \cdot tex = 885{,}8 \qquad Nwe = \frac{885{,}8}{tex} \qquad tex = \frac{885{,}8}{Nwe}$$

En la siguiente tabla aparecen sólo algunos factores de conversión números a títulos.

	Constantes que son divididas entre el número conocido para obtener su equivalente en el sistema directo			
Número conocido en	**tex**	**Denier**	**Aberdeen**	**American Grain (Tga)**
Inglés de algodón (Nec)	590,6	5 315	17,14	166,7
Inglés de lino (Nlea)	1 654	14 880	48	466,7
Métrico (Nm)	1 000	9 000	29,03	282,2
Inglés de lana cardada (Galashiels)	2 480	22 320	72	700
Inglés de lana cardada (West of England)	1 550	13 950	45	437,5
Inglés de lana cardada (YSW)	1 938	17 440	56,25	546,9
Inglés de lana peinada (New)	885,8	7 972	25,71	250

Preguntas propuestas:

- Se tiene un filamento de poliéster de 150 *denier*. ¿cuál será el equivalente en *tex* del mismo hilo?

  Respuesta: 16,67 tex

- Se tiene un hilo de lana cardada, de 7,2 *puntos de Alcoy* (sistema directo), ¿cómo expresar esta finura en *número catalán para lana cardada*?

  Respuesta: 323,3 número catalán para lana cardada

- Una cinta de manuar pesa 5,3 *gramos por metro* (5,3 g/m), cuál será su densidad lineal expresada en *tex* y en *kilotex*?

  Respuesta: 5300 tex y 5,3 ktex

- Convertir 7,84 *American Grain* (directo) a unidades *Pratese* (inverso).

  Respuesta: 20,96 Pratese

EFECTO DEL ESTIRAJE EN LA DENSIDAD LINEAL

Toda máquina de hilandería realiza la operación de estirar la masa de fibras, alterando la densidad lineal del material de salida, y ésta es proporcional al valor del estiraje, de la siguiente manera:

$$Título\ de\ salida = \frac{Título\ de\ entrada}{estiraje}$$

$$Número\ de\ salida = Número\ de\ entrada \cdot estiraje$$

Ejemplo: ¿Cuál será la densidad lineal de un hilado, si una continua de anillos se alimenta con una mecha 1,1 Ne (536,8 tex) y se sabe que aplica un estiraje de 20?

$$Ne\ salida = 1{,}1\ Ne \cdot 20 = 22\ Ne$$

$$tex\ salida = \frac{536{,}8\ tex}{20} = 26{,}8\ tex$$

Haciendo la conversión se confirma que $22\ Ne = 26{,}8\ tex$

EFECTO DEL DOBLAJE EN LA DENSIDAD LINEAL

En las máquinas que realizan la operación de doblado (manuares, reunidoras, *gills*), al juntar varias cintas para alimentarlas, se produce una alteración en la densidad lineal del material entrante, que está relacionada con la cantidad de cintas al ingreso. Se establece una relación:

$$Título\ total\ entrada = Título\ individual \cdot doblaje$$

$$Número\ total\ entrada = \frac{Número\ individual}{doblaje}$$

Ejemplo: Calcular la densidad lineal de la masa de fibras en la entrada de un manuar (antes de estirar), si éste se alimenta con 7 cintas de 4800 tex (0,123 Ne) cada una.

$$tex\ total\ entrada = 4800\ tex \cdot 7 = 33600\ tex$$

$$Ne\ total\ entrada = \frac{0{,}123\ Ne}{7} = 0{,}01757\ Ne$$

Al realizar la conversión verificamos que $33600\ tex = 0{,}01757\ Ne$

Asimismo, la densidad lineal de la cinta de salida, teniendo en cuenta al doblaje, se calcula así:

$$Título\ salida = \frac{Título\ individual \cdot doblaje}{estiraje}$$

$$Número\ salida = \frac{Número\ individual \cdot estiraje}{doblaje}$$

Ejercicio: Calcular el Ne de la cinta producida por un manuar que aplica un estiraje de 7,6, si se alimenta con 8 cintas de 5 g/m cada una.

$Ne = \frac{m}{g} \cdot 0{,}59 = \frac{1}{5} \cdot 0{,}59 = 0{,}118$ (Ne de cada cinta que alimenta al manuar)

$$Ne\ salida = \frac{0{,}118\ Ne \cdot 7{,}6}{8} = 0{,}112$$

TORSIÓN DEL HILO

Conceptualmente, la torsión se conoce a la forma de espiral que se le da al hilo, con el objeto de mantener unidas las fibras que lo constituyen, y otorgarle suficiente resistencia para hacer posible su manipulación y ser útil para las numerosas aplicaciones a que se le destina.

La cantidad de torsión que se le da a un hilo depende de:

- La longitud de fibra utilizada.
- El título del hilo.
- El grado de resistencia deseado.
- El uso final del hilo.

INFLUENCIA DE LA TORSIÓN EN LOS HILOS

La torsión aplicada a los hilos influye sobre ciertas características de ellos, siendo éstas:

a) Resistencia

A mayor torsión, mayor resistencia.

b) Elasticidad

A mayor torsión, mayor elasticidad.

c) Aspecto

A mayor torsión menor diámetro aparente del hilo (por la mayor compacidad)

d) Tacto del tejido

Una torsión ligera proporciona telas de superficie suave, mientras que los hilos muy torcidos producen tejidos de superficie dura.

e) Arrugabilidad del tejido

A mayor torsión en el hilo, menor propensión de la tela a arrugarse.

f) Contracción

Los hilos elaborados muy torcidos encogen mucho más.

PARÁMETROS DE LA TORSIÓN

Básicamente podemos mencionar tres:

- Sentido
- Cantidad

- Intensidad

SENTIDO DE TORSIÓN

Aunque en algunas industrias todavía se siguen utilizando los términos de torsión derecha y torsión izquierda, se recomienda, para evitar confusión, su sustitución por Z y S.

Se puede conocer el sentido de torsión que tiene un hilo tomando una husada y observando por qué lado sale el hilo, ya que está íntimamente relacionado con el sentido de giro del huso en la continua de hilar.

Las espiras de hilo que se enrollan en el extremo superior del tubo de la husada, al extraer el hilo, indican también el sentido S o Z.

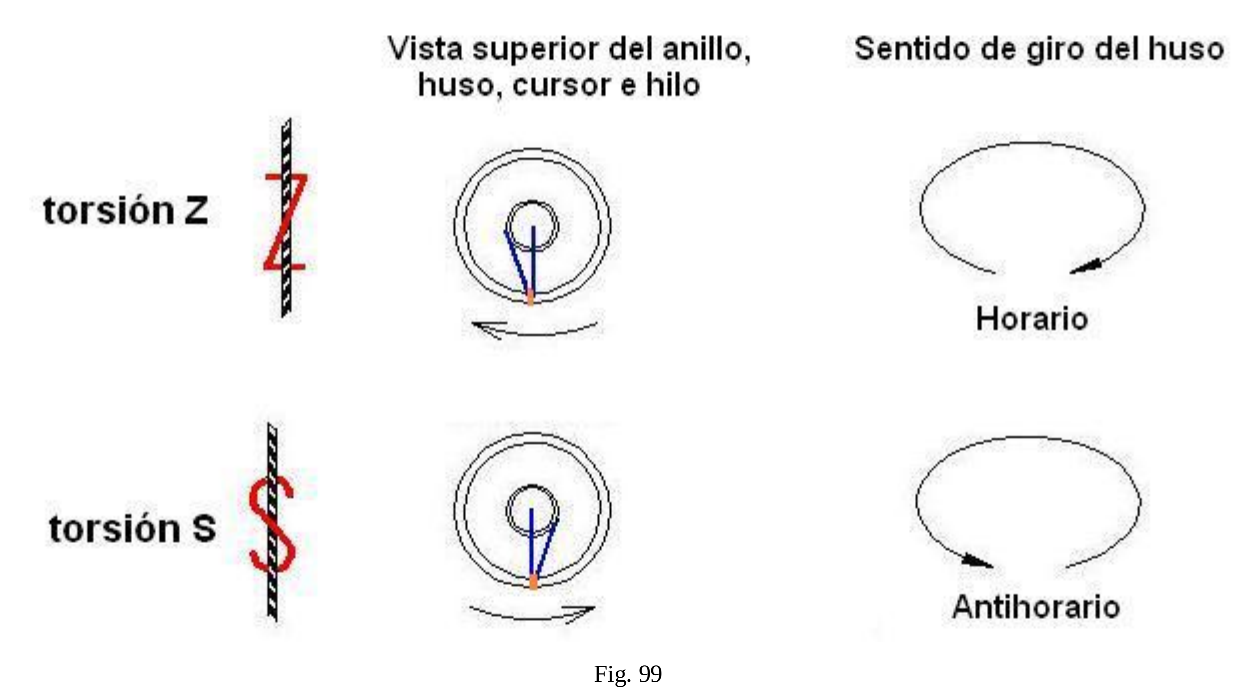


Fig. 99

Hay un método práctico para determinar el sentido de la torsión:

- Tomar un trozo del hilado con ambas manos y mantenerlo en forma horizontal.
- Girar la mano derecha hacia afuera, mientras la mano izquierda se mantiene fija. Ambas manos deben mantener sujetado el extremo respectivo.
- Si el hilo se destuerce, presenta torsión **Z.** Si por el contrario se tuerce aún más, tiene torsión **S**.

CANTIDAD DE TORSIÓN

Es igual al número de vueltas (torsiones) por unidad de longitud (centímetros, pulgadas, metros, etc). Las formas más comunes para expresarla son:

- Vueltas por metro (VPM)
- Vueltas por centímetro (VPcm)
- Vueltas por pulgada (VPP)

Hay una relación muy simple entre ellas:

$$VPM = VPcm \cdot 100 = VPP \cdot 39{,}37$$

Para determinar la cantidad de torsión de los hilos se emplean los torsiómetros. Si los hilos son retorcidos pueden emplearse los **torsiómetros sencillos** (principio de distorsión) y si son de un solo cabo son más convenientes los **torsiómetros de distorsión – torsión**.

A. Torsiómetro sencillo (de distorsión)

El hilo se asegura entre una mordaza móvil y una fija, con una longitud determinada sobre una regla graduada. Se hace girar la mordaza móvil hasta destorcer el hilo. Para hilos a varios cabos se procede a destorcer y con ayuda de una aguja auxiliar se determina el punto en que los cabos quedan bien paralelos.

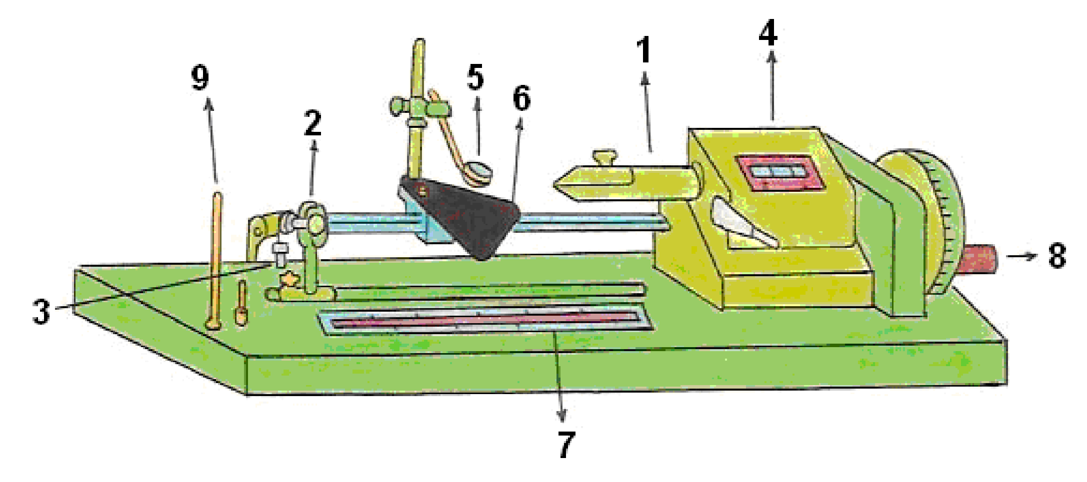


Fig. 100 (1) Mordaza giratoria (2) Mordaza desplazable (3) Pesa para aplicar la tensión (4) Contador de tres dígitos para torsiones Z y S (5) Lente de aumento (6) Placas para facilitar la visibilidad (7) Escala de longitudes en pulgadas y centímetros (8) Manivela (9) Porta bobinas

La cantidad de torsión del hilo se determina por la fórmula:

$$Vueltas\ por\ unidad\ de\ longitud = \frac{Número\ de\ vueltas}{Longitud\ de\ ensayo}$$

Ejemplo

Se realizó un ensayo en un torsiómetro con principio de distorsión, el contador de vueltas arrojó 165 y la longitud de ensayo fue 10 pulgadas. Calcular las VPM, VPcm y VPP del hilado analizado.

$$VPP = \frac{165\ vueltas}{10\ pulgadas} = 16{,}5$$

$$VPcm = \frac{165\ vueltas}{25{,}4\ cm} = 6{,}49$$

$$VPcm = \frac{165\ vueltas}{0{,}254\ m} = 649{,}6$$

B. Torsiómetro de distorsión – torsión

El hilo se asegura entre una mordaza móvil y una fija, esta última está adosada a una aguja sobre una escala con divisiones que indica el alargamiento (por la distorsión) y contracción (por la torsión) registrado por el hilo con una longitud determinada sobre una regla graduada. Se debe antes colocar un tope en el lugar adecuado para que la aguja descanse sobre el mismo, cuando el hilo se alargue por la pérdida de torsión. Se hace girar la mordaza móvil hasta destorcer el hilo y se continúa hasta que la aguja señale la misma división que al inicio del ensayo. El número de vueltas obtenido en el contador se divide entre dos (por haberse realizado la distorsión hasta cero y luego la torsión hasta el mismo punto, aunque en sentido contrario al original).

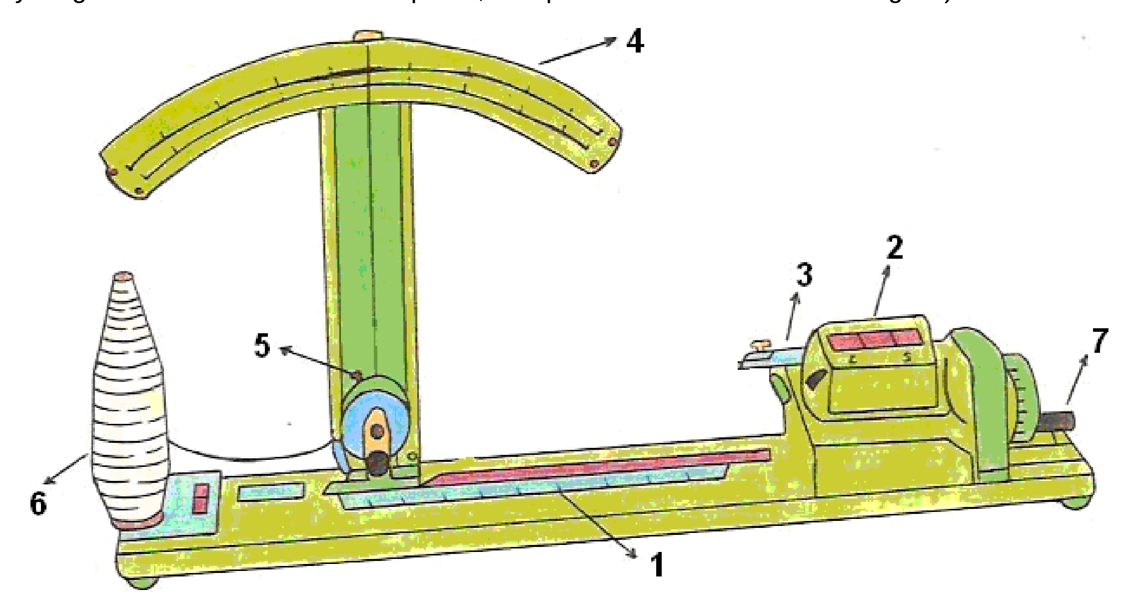


Fig. 101 (1) Escala de longitudes en pulgadas y centímetros (2) Contador de tres dígitos para torsiones Z y S (3) Mordaza giratoria (4) Escala de elongación o alargamiento (5) Mordaza fija y dispositivo de tensión (6) Bobina (7) Manivela

Con estos torsiómetros, la cantidad de torsión se determina por la fórmula:

$$Vueltas\ por\ unidad\ de\ longitud = \frac{Número\ de\ vueltas}{Longitud\ de\ ensayo \cdot 2}$$

Ejemplo

Calcular las VPM, VPcm y VPP de un hilo ensayado en un torsiómetro de distorsión-torsión, si la longitud fue 30 centímetros y el contador marcó 276 vueltas.

$$VPM = \frac{552\ vueltas}{0{,}3\ m \cdot 2} = 920$$

$$VPcm = \frac{552\ vueltas}{30\ cm \cdot 2} = 9{,}2$$

$$VPP = \frac{552\ vueltas}{11{,}81\ pulg \cdot 2} = 23{,}4$$

Observación

Una manera de evitar la conversión de la unidad de longitud es hallando cualquier expresión de la cantidad de torsión y luego multiplicarla por los factores de conversión. En este ejemplo, dado

que la longitud de ensayo está en centímetros, primero hallamos las VPcm y luego convertimos a VPM y VPP.

$$VPcm = \frac{552\ vueltas}{30\ cm \cdot 2} = 9{,}2$$

$$VPM = 9{,}2 \cdot 100 = 920$$

$$VPP = 9{,}2 \cdot 2{,}54 = 23{,}4$$

Factores que influyen en el ensayo para determinar la torsión de hilos

Al realizar este ensayo, conviene tener en cuenta los siguientes factores:

a) Tensión del hilo en el torsiómetro.

En cada norma de ensayo se recomienda la tensión del hilo en el ensayo. Conviene respetar esta condición ya que influye directamente en el alargamiento del hilo y por lo tanto, en la longitud ensayada y en su torsión.

b) Velocidad de ensayo

Velocidades de ensayo inadecuadas, según la velocidad del hilo, pueden dar lecturas erróneas de la torsión. En las normas de ensayo se recomienda la velocidad de ensayo más adecuada.

c) Posición del tope que limita el alargamiento del hilo en la distorsión.

Se recomienda realizar un ensayo previo de torsión para determinar el valor del alargamiento a que se desgarra el hilo en la distorsión, con el fin de colocar el tope en un punto anterior al punto de desgarro.

Normas técnicas relacionadas

Para medir la torsión de hilados tenemos las siguientes:

- NTP 231.011 *Método de Determinación de la Torsión*
- ASTM D 1422 *Standard Test Method for Twist in Single Spun Yarns by the Untwist-Retwist Method*
- ASTM D 1423 *Standard Test Method for Twist in Yarns by Direct-Counting*

INTENSIDAD DE TORSIÓN

La función principal de la torsión durante el proceso de hilatura es dar coherencia al hilo, por lo que la intensidad de ésta puede expresarse como *coeficiente de torsión*, sin referirse a un valor especifico de densidad lineal (título o número) del hilo.

Los técnicos en hilandería saben que los hilados elaborados con fibras de diferentes longitudes alcanzan una resistencia máxima a diferentes coeficientes de torsión, de ahí que juegue un papel importante en la resistencia de los hilos, dentro de ciertos límites.

Hay tres maneras de expresarla: Koechlin propuso el **coeficiente alfa inglés** (α_e)

$$\alpha_e = \frac{VPP}{\sqrt{Ne}}$$

Siendo:

VPP : Torsión del hilo en vueltas por pulgada
Ne : Número inglés del hilo

El coeficiente alfa de Koechlin se utiliza en las hilaturas algodoneras. Sus valores normalmente oscilan entre 3 y 5. Para el mismo número de hilo, al aumentar el alfa aumentan las torsiones por pulgada.

En la hilatura de las fibras largas, es decir, en la hilatura de la lana, fibras químicas y sus mezclas se usa el **coeficiente métrico** (K_m):

$$K_m = \frac{VPM}{\sqrt{Nm}}$$

Siendo:

VPM : Torsión del hilo en vueltas por metro

Nm : Número métrico del hilo

Los valores de K_m varían de 50 a 150, los valores más altos corresponden a los hilos más torcidos destinados a pañería (trajes de caballero). Los K_m más bajos para prendas de punto.

También se maneja el **coeficiente tex**:

$$K_{tex} = VPM \cdot \sqrt{tex}$$ [17]

Donde:

VPM : Torsión del hilo en vueltas por metro

tex : Título tex del hilo

Debemos recordar que- dentro de un mismo sistema – mientras mayor sea el coeficiente de torsión, las fibras estarán más torcidas entre sí.

Relación entre los coeficientes de torsión

$$\alpha_e = K_m \cdot 0{,}033 = K_{tex} \cdot 0{,}00105$$

$$K_m = K_{tex} \cdot 0{,}0316 = \alpha_e \cdot 30{,}3$$

$$K_{tex} = \alpha_e \cdot 957 = K_m \cdot 31{,}6$$

Los valores coeficientes de torsión de los diferentes sistemas, se dan en la siguiente tabla:

[17] No confundir el coeficiente de torsión tex (**K_{tex}**) con el múltiplo del título tex llamado **kilotex** (**ktex**). Ambos términos expresan conceptos diferentes.

COEFICIENTE DE TORSION	Tipo de algodón (según su longitud)	Urdimbre	Trama	Género de punto
Alfa inglés	Corto Mediano Largo	3,9 – 4,9 3,8 – 4,6 3,3 – 3,6	3,3 – 3,8 3,0 – 3,5 2,5 – 3,0	– 2,5 – 3,0 2,1 – 2,6
Métrico	Corto Mediano Largo	120 – 150 115 – 135 100 – 115	100 – 115 90 – 105 75 – 90	– 75 – 90 65 – 80
Tex	Corto Mediano Largo	3790 – 4740 3630 – 4270 3160 – 3630	3160 – 3630 2840 – 3320 2370 – 2840	– 2370 – 2840 2050 – 2530

Potencial latente de torsión

Algunas veces también le interesa determinar el potencial latente de torsión que tiene el hilo. En el urdido y/o tejeduría, los hilos muy torcidos tienden a autotorcerse en sentido contrario a la torsión con lo que forma el caracolillo, que dificulta la operación de urdir y de tejer, disminuyendo la calidad de los tejidos obtenidos. Es conveniente conocer el potencial latente de torsión, llamado también vivacidad, para programar las condiciones de vaporizado del hilo que lo relajará, disminuyendo el poder de autotorsión. La capacidad de formar caracolillo se mide en un vivacímetro.

En un vivacímetro se sujeta el hilo entre dos mordazas, colocando un peso en la parte central. Acercamos la mordaza de la izquierda a la mordaza derecha, que permanece fija, hasta que gire el peso. En este momento leemos sobre la escala graduada el potencial latente de torsión, dado en centímetros.

¿Cómo se genera la torsión de los hilos en las continuas de hilar?

La masa de fibras que sale de los cilindros de estiraje, con un paralelismo entre ellas, es sujetada en un momento por estos cilindros y el otro extremo delantero pasa a través de un elemento llamado cursor, que se mueve sobre otro llamado anillo, describiendo una trayectoria circular, por ello al moverse el cursor también se mueve el hilo, describiendo igualmente una trayectoria circular.

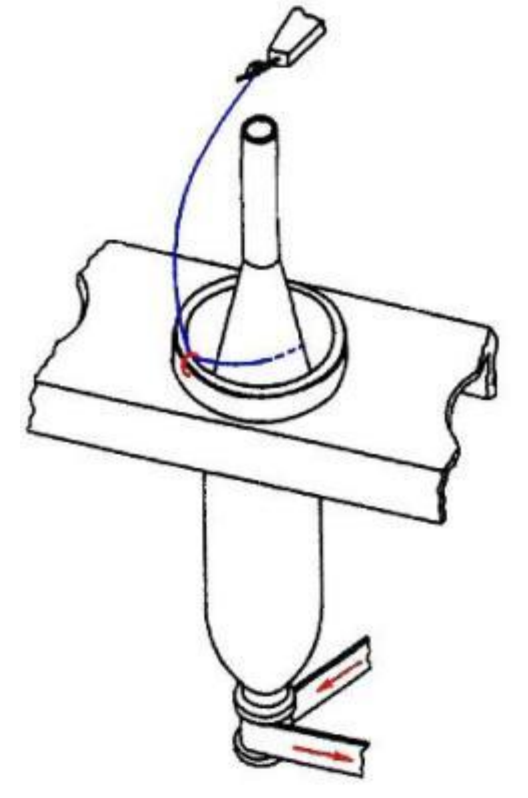


Fig. 102

El cursor se mueve por tensión, cuyo extremo es sujeto sobre un huso que tiene un movimiento de rotación, es decir, un número de revoluciones por unidad de tiempo. Por lo expuesto, el cursor es arrastrado por el hilo, e irá retrasado respecto al movimiento del huso. Una vuelta completa del cursor sobre el anillo engendra una vuelta de torsión sobre el hilo en formación.

Puede calcularse la torsión que recibirá un hilado según la siguiente fórmula:

$$VPM = \frac{rpm\ del\ cursor}{velocidad\ de\ salida\ (m/\min)}$$

Donde:

- *VPM*: son las vueltas (torsiones) por metro que tendrá el hilado
- *rpm del cursor*: es la velocidad de giro del cursor. Para efectos prácticos, se estima

que es muy cercana a las rpm del huso.

– *velocidad de salida*: viene a ser la velocidad con la que hilo ingresa a la zona de torsión, que es igual a la velocidad del cilindro frontal.

Ejemplo

Un hilado se elabora en una continua de anillos que presenta 10 800 rpm en el huso, y la velocidad del cilindro de salida es 17,9 metros por minuto Con estos datos calcular la torsión del hilo en VPM, VPcm y VPP.

$$VPM = \frac{10800\ rpm}{17{,}9\ m/\min} = 603{,}4$$

$$VPcm = \frac{603{,}4}{100} = 6{,}0$$

$$VPcm = \frac{603{,}4}{39{,}37} = 15{,}33$$

EJERCICIOS RESUELTOS

- Un hilo con un título tex 25 ha sido hilado con un factor de torsión K_{tex} 3300 ¿cuántas vueltas por centímetro tendrá?

  Conocimientos previos

  $$K_{tex} = VPM \cdot \sqrt{tex}$$

  Solución

  $$3300 = VPM \cdot \sqrt{25}$$

  $$VPM = \frac{3300}{5} = 600$$

  $$VPcm = \frac{660}{100} = 6{,}6$$

- Si un hilo con título tex 36 tiene una torsión de 5 VPcm, ¿el grado de torsión de este hilo será mayor o menor que el hilado del ejercicio anterior?

  Conocimientos previos

  El hilo del ejercicio anterior tiene un K_{tex} de 3300

  Mientras más elevado sea el K_{tex}, el grado de torsión será mayor

  Solución

  $$VPM = 5\,VPcm \cdot 100 = 500$$

  $$K_{tex} = 500 \cdot \sqrt{36} = 500 \cdot 6 = 3000$$

  El grado de torsión del hilo 36 tex es menor que el hilo del ejercicio anterior.

- Para un hilo de algodón de 50 tex, hilado con un factor de torsión K_{tex} 2590, ¿cuál será su equivalente en el sistema inglés?

Conocimientos previos

$$K_{tex} = VPM \cdot \sqrt{tex}$$

$$\alpha_e = \frac{VPP}{\sqrt{Ne}}$$

$$Ne = \frac{590,6}{tex} = \frac{590,6}{50\ tex} = 11,812$$

Solución 1

$$2590 = VPM \cdot \sqrt{50\ tex}$$

$$VPM = \frac{2590}{\sqrt{50\ tex}} = \frac{2590}{7,071} = 366,3$$

$$VPP = \frac{366,3\ VPM}{39,37} = 9,3$$

$$\alpha_e = \frac{9,3\ VPP}{\sqrt{11,812\ Ne}} = 2,7$$

Solución 2

Según la relación de conversión entre coeficientes de torsión sabemos que:

$$\alpha_e = K_{tex} \cdot 0,00105$$

Reemplazando datos, obtenemos el resultado:

$$\alpha_e = 2590 \cdot 0,00105 = 2,7$$

- Un hilo de lana peinada de Nm 32 tiene una torsión de 500 vueltas por metro. Calcular la constante de torsión en K_{tex} y K_m

Conocimientos previos

$$K_{tex} = VPM \cdot \sqrt{tex}$$

$$K_m = \frac{VPM}{\sqrt{Nm}}$$

$$tex = \frac{1000}{Nm} = \frac{1000}{32\ Nm} = 31,25$$

Solución

$$K_m = \frac{500\ VPM}{\sqrt{32\ Nm}} = 88,39$$

$$K_{tex} = 500\ VPM \cdot \sqrt{31,25\ tex} = 2795$$

- Calcular K_{tex}, K_m y α_e de un hilo obtenido en la continua de anillos con los siguientes datos:
    - Mecha de alimentación : 1,02 Ne
    - Estiraje : 25
    - Velocidad de salida : 15 m/min
    - rpm del huso : 9980

Conocimientos previos

$$VPM = \frac{rpm\ del\ huso}{velocidad\ de\ salida\ (m/\min)} = \frac{9980\ rpm}{15\ m/\min} = 665{,}33 \Rightarrow 6{,}65\ VPcm \Rightarrow 16{,}9\ VPP$$

$$Estiraje = \frac{Ne\ hilo}{Ne\ mecha}$$

Solución

$$25 = \frac{Ne\ hilo}{1{,}02\ Ne} \Rightarrow Ne\ hilo = 25 \cdot 1{,}02 = 25{,}5\ Ne$$

$$Nm = \frac{Ne}{0{,}5906} = \frac{25{,}5\ Ne}{0{,}5906} = 43{,}18 \quad \text{y} \quad tex = \frac{590{,}6}{Ne} = \frac{590{,}6}{25{,}5\ Ne} = 23{,}16$$

$$\alpha_e = \frac{16{,}9\ VPP}{\sqrt{25{,}5\ Ne}} = 3{,}3$$

$$K_m = \frac{665{,}33\ VPM}{\sqrt{43{,}18\ Nm}} = 101{,}3$$

$$K_{tex} = 665{,}33\ VPM \cdot \sqrt{23{,}16\ tex} = 3201{,}9$$

RESISTENCIA DE HILOS

Se entiende por resistencia de hilo como la capacidad que tiene éste de resistir esfuerzos hasta alcanzar el punto de rotura. Estos esfuerzos sobre el hilo pueden ser aplicados de diversas maneras:

- a lo largo del eje (fuerza de tracción)
- en forma perpendicular al eje (fuerza de flexión)
- haciéndolo girar sobre su eje (fuerza de torsión)
- en una o varias direcciones, con rozamiento sobre otra superficie (fuerza de abrasión)

El primer tipo de fuerza aplicada sobre el hilo es lo que nos ocupará en este manual, y en adelante, al hablar de resistencia de hilos, se entenderá que nos referimos a la resistencia a la tracción.

RESISTENCIA DE LOS HILOS A LA TRACCIÓN

Es una de las características que determina la calidad de un hilo; viene a ser la resistencia que opone un hilo a una fuerza aplicada a lo largo de su eje.

Se ha determinado que la rotura de los hilos se produce, en el caso de las fibras discontinuas, por el deslizamiento de las fibras componentes, y en el caso de las fibras continuas, por rotura de las mismas.

¿Por qué es importante la resistencia de los hilos?

La resistencia de los hilos influye sobre:

- **las roturas en las máquinas en todo el proceso.** Si se trabaja con materiales de buena resistencia, el proceso de fabricación es eficiente, con mayor volumen de producción y menor número de paros, es decir, más rentable.

  Debido a los avances logrados en la maquinaria de tejeduría de calada y de punto, los hilados deben tener una resistencia y una elasticidad adecuada. Los hilos destinados a los tejidos de calada deben ser más resistentes que los destinados a géneros de punto. En los tejidos de calada, los hilos de urdimbre deben tener mayor resistencia y elasticidad que los de trama, por las mayores fuerzas de tracción y flexión que deberán soportar.
- **la calidad de la tela.** Favorece la obtención de tejidos con alta resistencia, con pocos nudos y/o defectos por hilos rotos o faltantes. Esto contribuye al aseguramiento de la calidad, al reducir las mermas por segunda calidad y costosas reposiciones.

FACTORES QUE AFECTAN LA RESISTENCIA DEL HILO

La resistencia de un hilo depende de algunos factores que involucran a:

- las características de las fibras
- la construcción del hilo
- los procesos posteriores

CARACTERÍSTICAS DE LAS FIBRAS

a) LONGITUD

Para un mismo tipo de fibra, de la misma finura, se obtendrán hilos más resistentes con las fibras más largas.

b) FINURA

A mayor finura de fibras, mayor es la cantidad de éstas en la sección del hilo, por lo que:

a. Se incrementa las zonas de contacto entre ellas
b. Se incrementa la regularidad de los hilos

c) RESISTENCIA

En general, fibras con buena resistencia garantizan hilos con buena resistencia. Este factor es más relevante en caso de los hilados compuestos por filamentos.

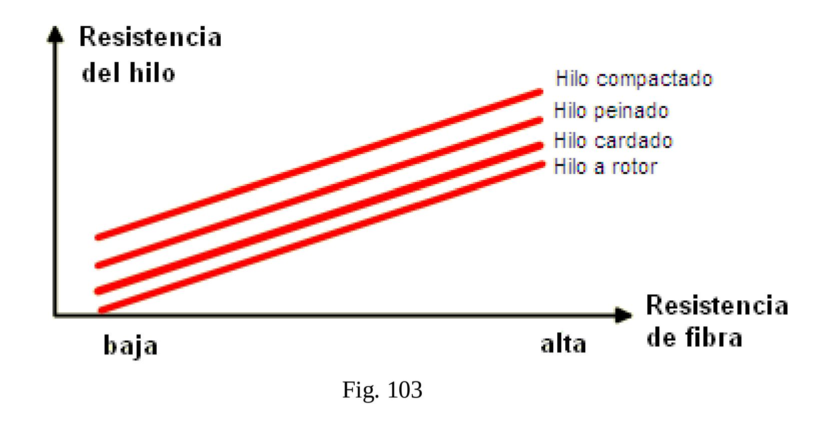


Fig. 103

CONSTRUCCIÓN DEL HILO

a) INTENSIDAD DE TORSIÓN

La relación existente entre la torsión y la resistencia de un hilo es directamente proporcional hasta alcanzar un cierto valor, conocido como *torsión saturante*, a partir de la cual su proporcionalidad es inversa, o sea que a un aumento de torsión corresponde una pérdida de resistencia del hilo.

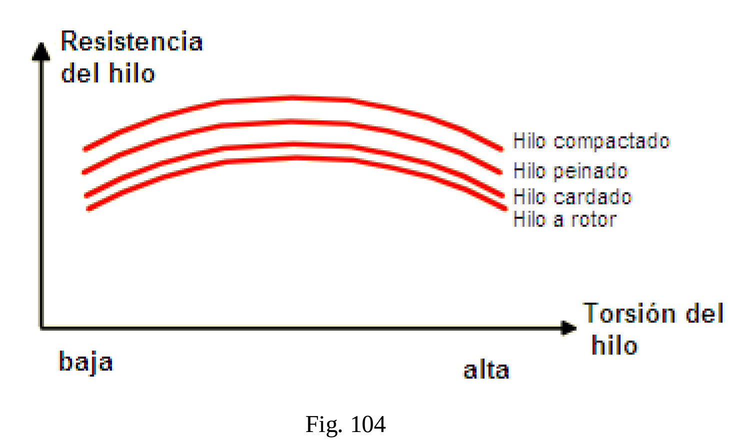


Fig. 104

ESTUDIO DEL FENÓMENO DE TORSIÓN-RESISTENCIA EN LOS HILOS

La menor resistencia de una masa de fibras antes de recibir la torsión definitiva, dependerá del número de fibras en la sección, puesto que en tal sentido variará el rozamiento entre ellas.

Al comenzar la mecha estirada a recibir la torsión para la formación del hilo, sus fibras se disponen según espiras de hélice, de diámetros diferentes según las capas concéntricas a que pertenecen esas fibras. Las fibras de las capas externas forman hélices de mayor diámetro, y son las que experimentan con mayor intensidad los efectos de la torsión. Estas fibras en hélice:

a) sufren mayor esfuerzo a la tracción cuando a ella se somete el hilo.

b) son las que comprimen a las fibras de las capas internas, con aumento de la superficie de rozamiento (primer aumento rápido de la resistencia del hilo), y después, la compresión entre las fibras, con lo que crece su oposición al deslizamiento (segundo aumento de la resistencia del hilo), hasta lograr que todas las fibras que forman la sección del hilo queden bloqueadas entre ellas. Es cuando entonces las fibras no pueden deslizarse entre sí y cuando se logra la máxima resistencia del hilo.

c) a partir de este punto no mejora la resistencia, aumenta el ángulo de torsión, las fibras de las hélices exteriores estarán sometidas a grandes esfuerzos que acelerarán su rotura.

En el análisis de la curva torsión-resistencia (figura 105) se destacan los siguientes puntos importantes:

- **m. Torsión nula.** La tenacidad del hilo o mecha es muy baja, y debida solamente al pequeño rozamiento entre algunos puntos de las fibras, muy esponjadas. Esta tenacidad aumenta con el número de fibras en la sección; es decir, conforme la mecha es más gruesa. En este punto se encuentran las cintas de carda, de manuar, de gill, de peinadora, y las mechas de preparación que carecen de torsión.

- **c. Torsión crítica.** Es un punto situado aproximadamente en el centro de la rama ascendente de la curva, y es un punto verdaderamente crítico. En esa rama ascendente, su crecimiento es lento al principio, en la zona *a*; se hace rápido en la parte central de la zona *b*, para disminuir otra vez al final, zona *d*, hasta el máximo *s*. Esta configuración de la curva se explica porque:

  - en *a*, las primeras vueltas de torsión no logran comprimir mucho las fibras que forman el hilo, y por eso, su aumento de tenacidad no es grande;

  - en *b*, la zona de máxima pendiente, el conjunto de fibras va siendo cada vez más comprimido (con aumento de la densidad filar) por las hélices externas, con lo que crece la superficie de contacto de las fibras, y la presión que unas ejercen contra otras (aumento de rozamiento); esto da lugar a un aumento creciente de la tenacidad del hilo para incrementos constantes del coeficiente de torsión. Esta tenacidad se debe en su mayor parte al rozamiento entre fibras, pero con intervención creciente de la propia resistencia de las fibras; y siendo esto así, conforme la torsión va aumentando, las fibras, especialmente las exteriores, van quedando cada vez más inclinadas con respecto al eje del hilo, con lo que su resistencia propia no se integra totalmente en la del hilo, como ya se ha visto.

  Resultado de la combinación de estos factores es que el crecimiento de la resistencia R o de la tenacidad del hilo va haciéndose cada vez más lento, hasta llegar a anularse cuando se alcanza la tenacidad máxima. En la rama *b*, pues, existe un punto de inflexión; y ese punto es precisamente el *c*, que separa las dos zonas *a* y *d* de toda la parte ascendente de la curva. Por debajo de este punto *c* está la: torsión débil aplicable a hilos o mechas cuya rotura se produce solamente por deslizamiento de fibras, sin tener lugar ninguna rotura de éstas.

- **i. Torsión industrial.** Es punto variable dentro de la zona *d*, comprendida entre los puntos *c* y *s*. Aquí encontramos la inmensa mayoría de los hilos que produce y consume la industria textil, a excepción de los muy torcidos. No alcanzan la máxima tenacidad porque la elevada torsión que habrían de tener los haría demasiado duros para el uso a que se les destina, y porque carecerían de *poder cubriente* al tejerlos. Los hilos de trama se encuentran más próximos al punto *c*, y los de urdimbre, al punto *s*.

- **s. Torsión saturante.** Es donde el hilo alcanza su máxima resistencia o su máxima tenacidad. El aumento de ella que puede provocar la mayor compresión entre las fibras a consecuencia del efecto de zunchado (por aumento de su rozamiento), se ve contrarrestado por la mayor inclinación de las hélices respecto al eje del hilo. Aquí la curva comienza a decrecer, en la zona *e*. No es torsión utilizada industrialmente más que en aquellos casos en que se quiere lograr un máximo rendimiento de resistencia, en el hilo o en el tejido.

  La determinación de la torsión saturante es completamente experimental, siendo varios los investigadores que han intentado hallar la fórmula adecuada. En algunos estudios se sugiere la siguiente fórmula para los hilos de algodón:

$$Torsión\ saturante\ (VPP) = 6\sqrt{Ne}$$

- **r. Torsión de crespón.** Entre las zonas *e* y *f* existe un punto de inflexión, de modo semejante al *c*, entre las zonas *a* y *d*. Cuando el hilo ha sobrepasado la torsión saturante y sus fibras se inclinan más respecto al eje de aquél, comienza a disminuir poco a poco su resistencia; pero este decrecimiento se hace más rápido (máxima pendiente de la curva en esta zona) al añadir a aquella inclinación las fuerzas transversales debidas al zunchado, ahora más fuertes, que provocan en las secciones más débiles el inicio de un caracolillo, que, desviando más las fibras de su dirección axial, produce la rotura prematura. El que este decrecimiento de la tenacidad se haga más lento después, en la zona *f*, será motivo de un ulterior trabajo, en que intentaremos estudiar este fenómeno. Industrialmente, sólo se utiliza la torsión de crespón para conseguir los efectos especiales que llevan ese nombre.

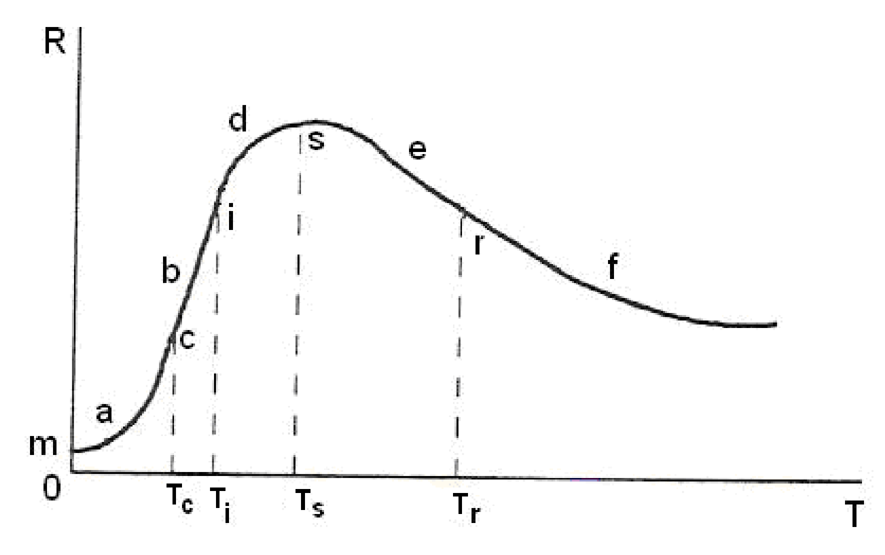


Fig. 105 Curva de torsión-resistencia

Las roturas del hilo sometido a tracción presentan distintos aspectos según las zonas o puntos de la curva en que se encuentre aquél. En la primera zona, *a*, se producen únicamente por deslizamiento de fibras, y su aspecto puede ser apincelado. Conforme se sube por la rama *b*, y en cuanto se pasa el punto crítico *c*, pueden presentarse algunas roturas de fibras, pero siguen dominando las que deslizan; su aspecto, hasta la torsión de trama, suele ser similar al anterior. Dentro de la zona industrial *d*, al crecer la torsión hacia valores de urdimbre y urdimbre fuerte, las roturas de fibras son cada vez más numerosas al mismo tiempo que menos abundantes los deslizamientos, por lo que cambia el aspecto de los cabos rotos, que van siendo más definidos. En el punto *s* la rotura debería producirse idealmente ya sin ningún deslizamiento de fibras, y sólo por rotura de éstas, al haber quedado bloqueadas, y retenidas por una fuerza superior a su propia resistencia a la tracción; esto no obstante, alguna fibra desliza, y aunque la rotura tiene lugar con un chasquido seco, los cabos no siempre quedan como cortados con tijeras. Este último aspecto llega a partir de la zona *e*, donde ya prácticamente todas las fibras sufren el efecto de cortadura.

b) DENSIDAD LINEAL

A mayor diámetro del hilo, el número de fibras que hay en su sección será mayor, incrementando la superficie de contacto entre ellas, y como consecuencia, aumentando la resistencia del hilo.

c) IRREGULARIDAD DE MASA

Los hilos irregulares de masa durante la tejeduría, ya sea de calada o de punto, aumentan los paros en las máquinas, debida a la mayor presencia de partes delgadas y gruesas en su estructura.

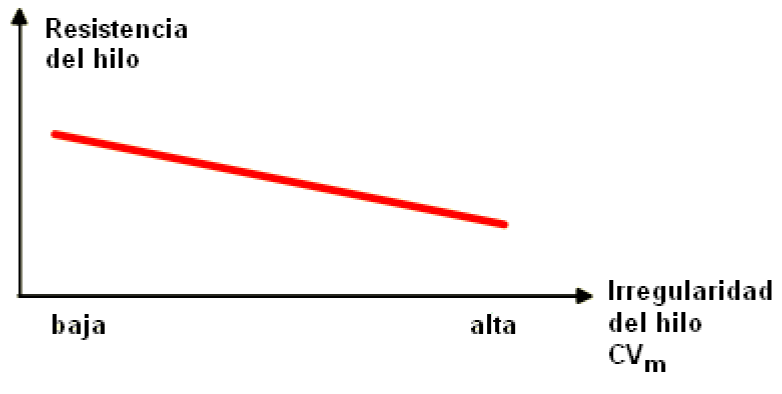


Fig. 106

d) PILOSIDAD

La forma cómo se distribuye la torsión en el hilo también se relaciona con el acomodo de las fibras y éste – a su vez - con el tipo de hilatura, por ejemplo: en los hilados compactados, la mayoría de las fibras contribuyen a la resistencia del hilo; en los hilos peinados, las fibras que sobresalen del eje (pilosidad) no contribuyen a la resistencia del hilo; en los hilos cardados, las fibras cortas ocasionan una reducción de la resistencia; mientras que las fibras que forman los haces de envoltura en los hilos de rotor no contribuyen a la resistencia.

TRATAMIENTOS POSTERIORES

Operaciones posteriores a la hilatura como el purgado, el gaseado (chamuscado), el mercerizado (o caustificado), el teñido, el aprestado, etcétera, pueden hacer variar la resistencia de un hilado, por ello es importante conocer la historia previa del espécimen.

EXPRESIONES DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

La resistencia a la tracción de los hilos se puede expresar de diversas maneras:

a. En **unidades de fuerza**

Según la Física, se define a la fuerza como *la causa capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo o de deformarlo*; y se expresa en Newtons, centinewtons, gramos-fuerza, libras-fuerza, onzas-fuerza, etc.

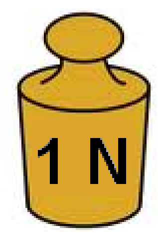


Fig. 107

En dinamometría de hilos viene a ser la carga (o fuerza) máxima aplicada al hilado para llevarlo hasta la rotura, y corresponde al punto máximo de la curva fuerza-alargamiento. Usualmente la carga máxima suele denominarse *carga de rotura*.

Equivalencias

- 1 cN = 1,02 g-f
- 1 onz-f = 28,35 g-f
- 1 lb-f = 453,6 g-f

b. Como un **cociente de la resistencia del hilo entre su densidad lineal**

En muchas aplicaciones físicas y de ingeniería, la fuerza de rotura se reemplaza por el *esfuerzo*, que se calcula como la relación entre la carga aplicada y el área de la sección transversal del material.

Sin embargo en la industria textil es más importante la densidad lineal de los materiales que el área de la sección transversal, debido a la irregularidad de ésta. Entonces es más conveniente usar una cantidad basada en la masa del espécimen. Se ha definido entonces el *esfuerzo específico*, que se calcula como la relación entre la carga aplicada y la densidad lineal del hilado. El esfuerzo final que soporta el hilo hasta su rotura es la **tenacidad**.

Sus unidades son, por ejemplo: g-f/denier; g-f/tex, cN/tex, cN/Nm, etc.

$$tenacidad = \frac{Fuerza\ de\ rotura}{densidad\ lineal}$$

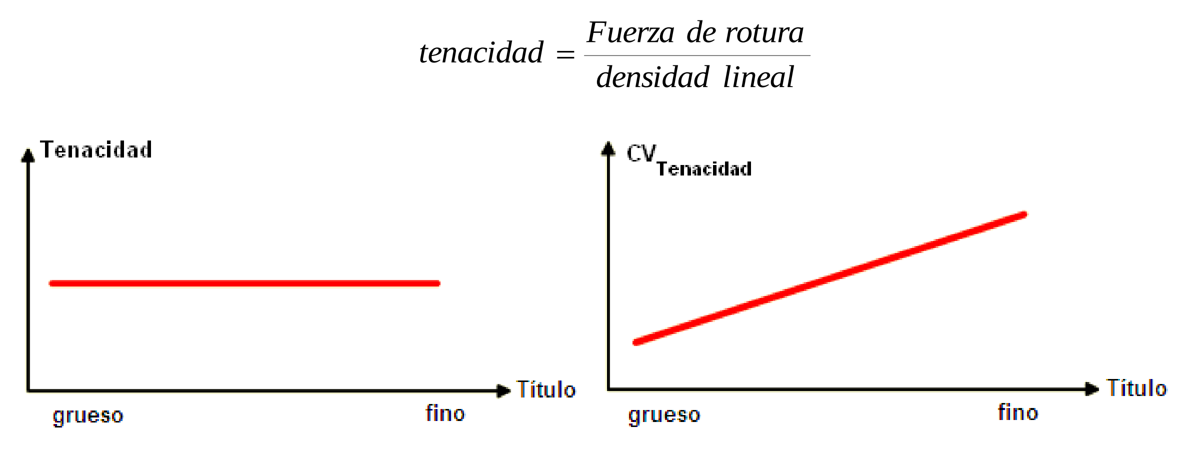


Fig. 108 Relación entre la tenacidad de un hilo y su densidad lineal

Fig. 109 Relación entre el coeficiente de variación de la tenacidad de un hilo y su densidad lineal

c. Como **longitud de rotura**

Es la longitud en kilómetros de un hilo cuyo propio peso provocaría la rotura del mismo. Es conocida también como **resistencia kilométrica** (**RKM**).

El cálculo de la longitud de rotura parte del hecho de que se debe determinar una longitud del hilo (en kilómetros), cuyo peso tiene el mismo valor numérico que la resistencia a la rotura en gramos-fuerza.

$$RKM = \frac{gf}{tex}$$

Donde: RKM : Longitud de rotura en kilómetros

tex : Título tex

gf : Carga de rotura en gramos-fuerza

d. En **unidades de trabajo**

El trabajo es la energía requerida para producir la rotura del hilo. El área bajo la curva fuerza-alargamiento representa el trabajo efectuado en el estiramiento del espécimen hasta el punto de rotura (área sombreada). Sus unidades son: g-f•cm, cN•mm, etc.

Algunos dinamómetros especiales – como los Elmendorf – expresan sus resultados directamente en unidades de trabajo sobre una escala. La conexión de los equipos actuales a una computadora permite calcular fácilmente este parámetro que en los dinamómetros antiguos – puramente mecánicos – era complicado y laborioso de obtener.

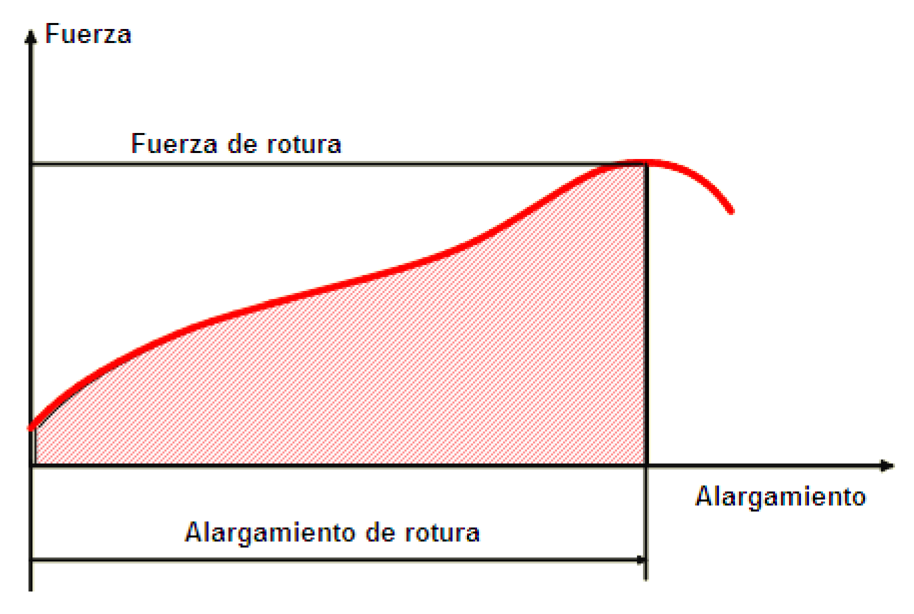


Fig. 110

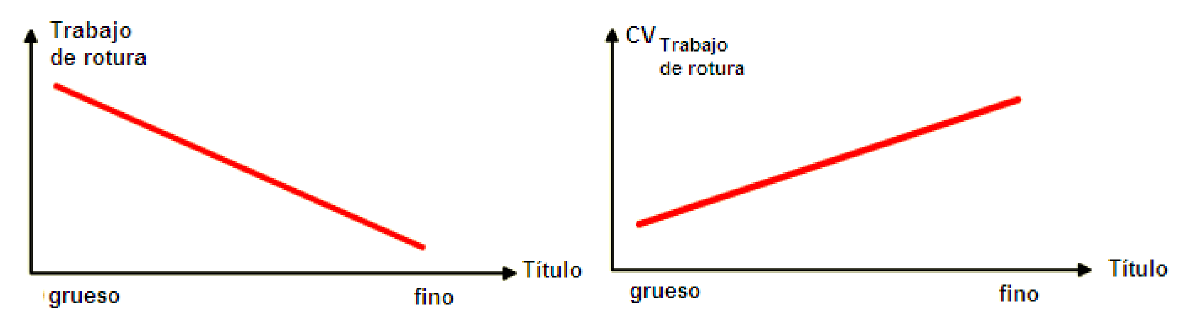


Fig. 111 Relación entre el trabajo de rotura de un hilo y su densidad lineal

Fig. 112 Relación entre el coeficiente de variación del trabajo de rotura de un hilo y su densidad lineal

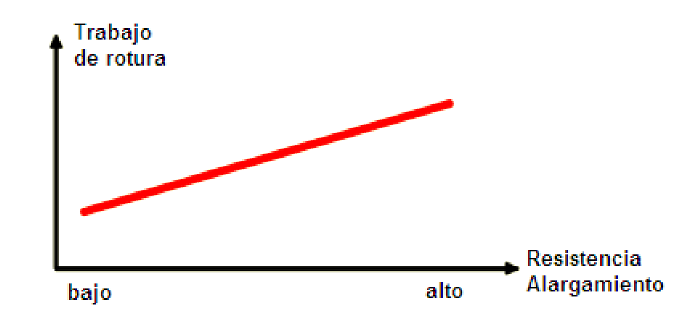


Fig. 113 Relación entre el trabajo de rotura de un hilo y la resistencia y alargamiento

e. Como el **producto de la resistencia del hilo por su densidad lineal**

Este punto se desarrollará más adelante, en los ensayos sobre madejas.

Ejemplos desarrollados

- Un hilado de algodón 26,5 Nec se rompe bajo una carga de 436 centinewtons, determinar su resistencia en gramos-fuerza, su tenacidad (en cN/tex) y su longitud de rotura (RKM).

  En unidades de fuerza

  $$F = 436\ cN \cdot 1{,}02 = 444{,}72\ gf$$

  En tenacidad

  $$tex = \frac{590{,}6}{26{,}5\ Nec} = 22{,}29$$

  $$tenacidad = \frac{436\ cN}{22{,}29\ tex} = 19{,}56\ cN/tex$$

  En longitud de rotura

  $$RKM = \frac{444{,}72\ gf}{22{,}29\ tex} = 19{,}95\ km$$

- ¿Bajo cuánta carga – en gramos-fuerza – deberá romperse un hilo de 75 denier, si se espera una tenacidad de 21 cN/tex?

  $$tex = \frac{75\ Td}{9} = 8{,}333$$

  $$tenacidad = \frac{Fuerza\ de\ rotura}{densidad\ lineal} \Rightarrow 21\ cN/tex = \frac{Fuerza\ de\ rotura}{8{,}333\ tex}$$

  $$Fuerza\ de\ rotura = 21 cN/tex \cdot 8{,}333\ tex = 175\ cN$$

  $$Fuerza\ de\ rotura = 175\ cN \cdot 1{,}02 = 178{,}5\ gf$$

ALARGAMIENTO DE LOS HILOS. SU IMPORTANCIA

En la formación de la calada en el telar se exige, además de resistencia, una elevada elasticidad para que los hilos de urdimbre puedan evolucionar correctamente para formar el ligamento del tejido sin provocar roturas, que empeorarían la calidad y harían menos rentable la operación de tejido. En los hilos mezcla de fibras naturales con fibras químicas, normalmente se superan los mínimos exigidos de resistencia a la rotura por tracción, pero no se le concede a la elasticidad la importancia que tiene desde el punto de vista técnico y económico.

En general, cuando a un conjunto de fibras con más o menos orientación axial (un hilo), bajo mayor o menor estado de compacidad, se le aplica un esfuerzo o carga de tracción, se produce en él un *alargamiento*.

Los hilados se comportan como sólidos continuos (si no hay deslizamiento de fibras) con materiales resistentes. Ante cierta carga, puede producirse en él dos tipos de alargamiento o deformaciones: *alargamiento o deformación elástica* y *alargamiento permanente o deformación plástica*.

La deformación elástica en un hilo la designamos como *elasticidad*. La elasticidad de un hilo depende de la elasticidad de las fibras, pero en gran parte también de su estructura interna ya que quedan colocadas en forma de muelle gracias a la torsión. Las fibras están unidas por los rozamientos y por la torsión.

En los cuerpos elásticos la deformación es instantánea y proporcional al esfuerzo aplicado. Cuando un hilo se somete a un esfuerzo pequeño, se alarga por ser elástico. Al cesar la acción de la fuerza, el hilo se vuelve a su longitud primitiva. A esto lo llamamos **elasticidad** o **alargamiento elástico**.

En los cuerpos plásticos la deformación es proporcional al esfuerzo y al tiempo. Si al hilo se le somete a un esfuerzo mayor, vemos que el hilo se alarga más que en el caso anterior, pero al cesar la acción de la fuerza, éste no vuelve a su longitud primitiva, sino que queda un poco más alargado con respecto a esta longitud. A esto lo llamaremos **alargamiento permanente** o **deformación plástica**.

Si el esfuerzo sobre el hilo sigue aumentando, es decir, es muy grande, el hilo se romperá, ha sobrepasado el límite de elasticidad, habiendo experimentado un aumento de longitud hasta el instante de la rotura. A esto lo llamamos **alargamiento a la rotura**.

Los hilos textiles poseen propiedades elásticas y plásticas en distinta proporción en cada caso. Lo interesante sería aumentar las propiedades elásticas de los hilos, que son los que nos evitan roturas en el proceso y dan buenas cualidades al producto final.

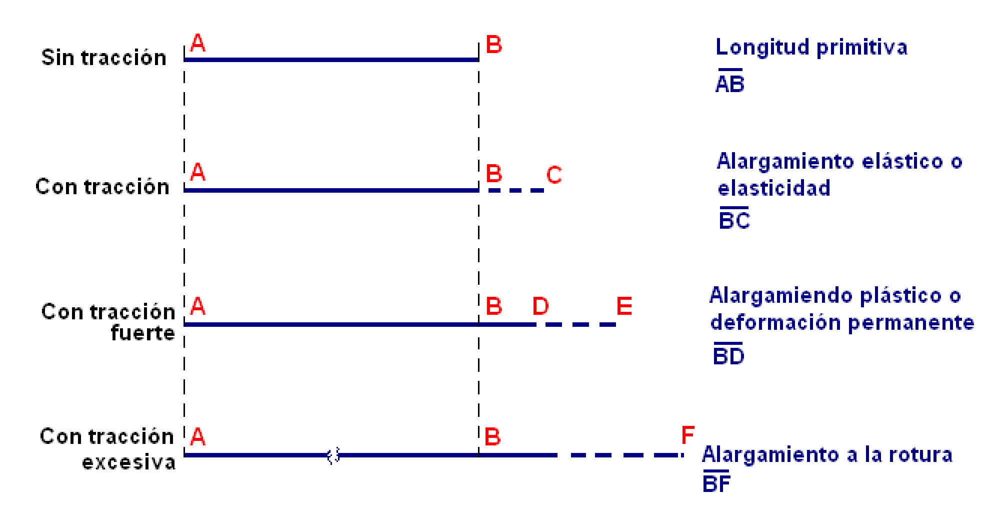


Fig. 114 Tipos de alargamiento de un hilo

En cambio las deformaciones plásticas (permanentes) pueden ser fuente de inconvenientes graves.

TERMINOLOGÍA REFERENTE AL ALARGAMIENTO

Conviene tener en cuenta las siguientes definiciones:

- **Alargamiento – Elongación**

  Es la deformación (aumento de longitud) de un hilo a consecuencia de una carga. De no indicarse lo contrario, se trata de un alargamiento absoluto y se expresa en unidades de longitud (milímetros o pulgadas).

- **Alargamiento relativo – Elongación relativa – Deformación**

  Es la expresión del alargamiento experimentado por el hilo, con referencia a su longitud inicial (l_0).

$$Alargamiento\ relativo = \frac{Alargamiento}{Longitud\ inicial}$$

- **Alargamiento porcentual – Elongación porcentual – Deformación porcentual**

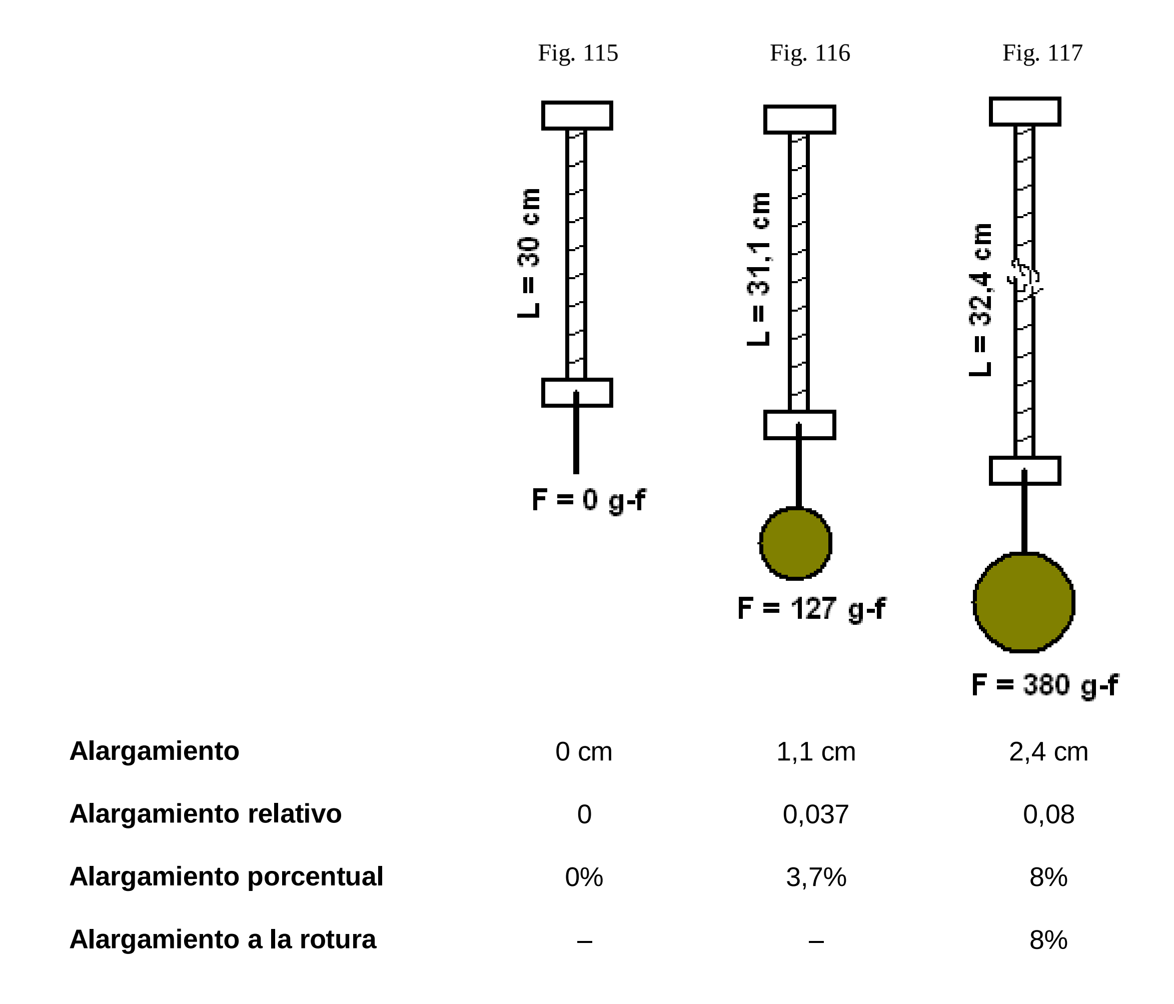
  Viene a ser el alargamiento relativo expresado como porcentaje

$$Alargamiento\ porcentual = Alargamiento\ relativo \cdot 100$$

- **Alargamiento a la rotura – Elongación a la rotura**

  Es el alargamiento (relativo o porcentual) experimentado por la muestra en el momento que se aplica la carga de rotura.

Un ejemplo nos ayudará a entender estos conceptos: *Se realiza un ensayo sobre un hilado, cuya longitud inicial (sin carga) es de 30 centímetros. A la mitad del ensayo, la fuerza de tracción es de 127 g-f y el hilo se alarga hasta 31,1 centímetros. Al final, bajo una fuerza de 380 g-f, el hilo alcanza los 32,4 centímetros y enseguida se rompe*. (Ver figuras)



Alargamiento	0 cm	1,1 cm	2,4 cm
Alargamiento relativo	0	0,037	0,08
Alargamiento porcentual	0%	3,7%	8%
Alargamiento a la rotura	–	–	8%

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ALARGAMIENTO DE LOS HILOS

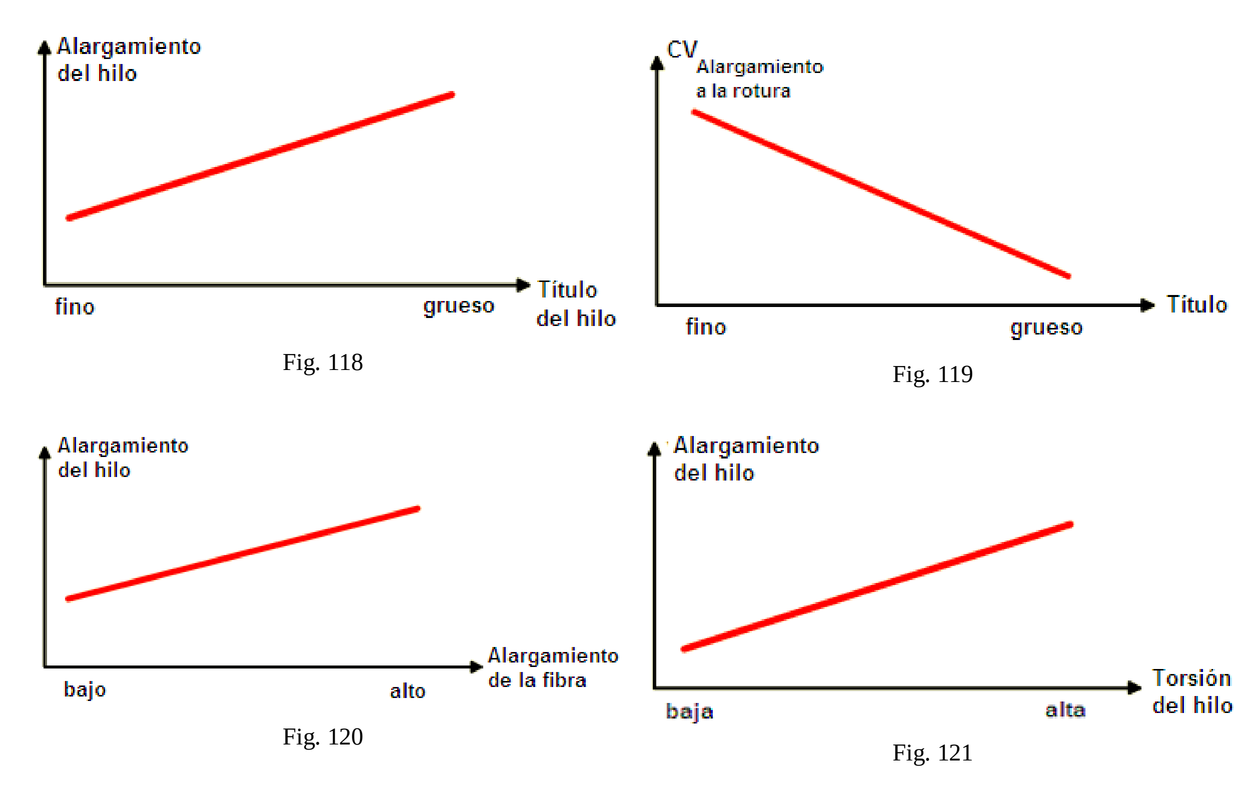


Fig. 118

Fig. 119

Fig. 120

Fig. 121

Valores más normales de tenacidad y alargamiento de los principales hilos

Los valores más frecuentes de tenacidad y alargamiento a la rotura por tracción de los hilos más comunes en el mercado se indican en la tabla inferior. Debido a los múltiples factores que pueden influir en la resistencia y alargamiento de un hilo, conviene considerar estos valores como orientativos:

MATERIA *	TENACIDAD cN/tex	ALARGAMIENTO A LA ROTURA %
Algodón cardado convencional	10 – 20	5 – 10
Algodón peinado convencional	10 – 25	5 – 10
Algodón open-end	10 – 15	5 – 15
Poliéster	20 – 35	10 – 20
Poliéster – algodón	15 – 25	10 – 30
Lana	5 – 10	5 – 20
Poliéster – lana	10 – 20	10 – 25
Acrílico	10 – 20	10 – 25
Viscosa	10 – 20	10 – 20

* Para un mismo material, al aumentar la longitud de fibra, aumenta la tenacidad

CURVA FUERZA-ALARGAMIENTO

Una curva extremadamente importante es producida cuando la carga sobre el espécimen se registra frente a la elongación. Esta curva describe el comportamiento del hilo desde el valor cero para la carga y el alargamiento hasta el punto de rotura.

De un estudio detallado de esta curva mucha información puede ser obtenida: módulo de Young inicial, trabajo de rotura, límite de elasticidad, etcétera.

En la figura 122 se muestra la curva fuerza-alargamiento característica de un hilo de algodón peinado. La relación es prácticamente lineal. La rotura tiene lugar de una forma brusca.

La curva caraterística para un hilo de poliéster discontinuo presenta una desviación de la linealidad para alargamientos bajos. El hilo también rompe bruscamente (figura 123)

La figura 124 representa la fuerza-alargamiento de un hilo de lana peinada, donde se observa una primera parte, muy pequeña, en que el alargamiento crece con poco aumento de la carga. Luego viene otra zona en que la deformación es sensiblemente proporcional a la fuerza (tramo recto), es por tanto la zona de deformación elástica. Más adelante comienza la zona de alargamiento rápido, lo que nos indica un predominio de las propiedades plásticas y una deformación difícilmente recuperable. Después de pasar por un máximo la fuerza desciende al ir aumentando el alargamiento.

La figura 125 representa la fuerza-alargamiento de un hilo con porcentaje de fibra sintética (poliéster, poliamida), en la que vemos la zona plástica considerablemente aumentada.

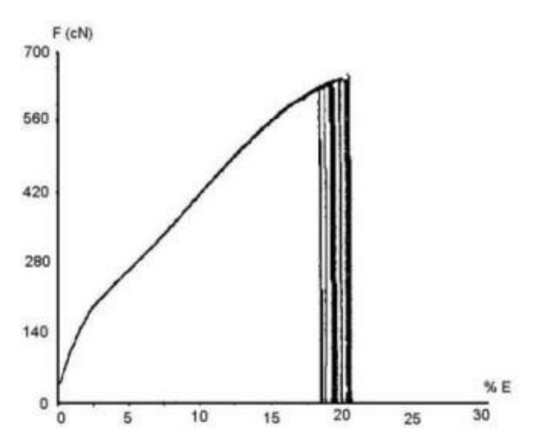


Fig. 122 Hilo de algodón peinado

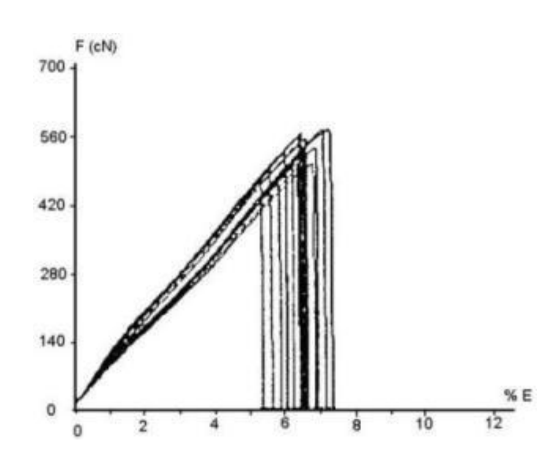


Fig. 123 Hilo de poliéster discontinuo

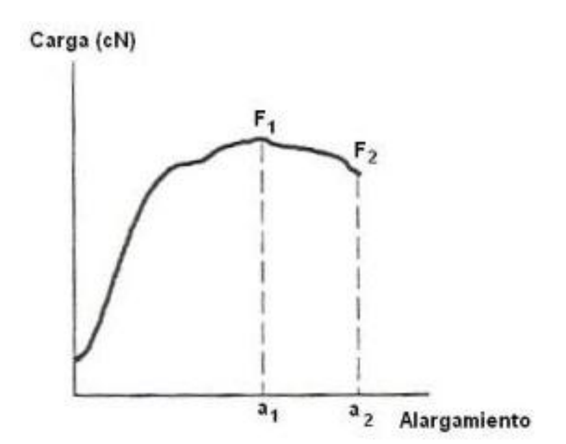


Fig. 124 Hilos de lana peinada

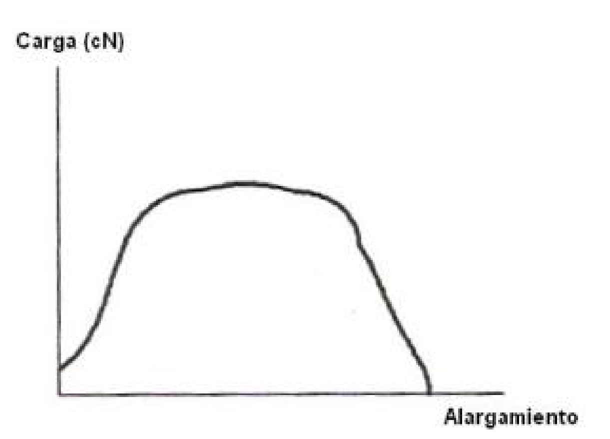


Fig. 125 Hilo de fibra sintética

CURVAS TÍPICAS DE ESFUERZO-ALARGAMIENTO

Hilos de algodón

Aquí existe una relación lineal entre la resistencia del hilo y el alargamiento del mismo. La tenacidad depende de la torsión y la resistencia de la fibra, y su valor oscila entre 15 y 26 cN/tex, el alargamiento a la rotura varía entre 4 y 10%, dependiendo de la resistencia de la fibra, la densidad lineal del hilo y la torsión.

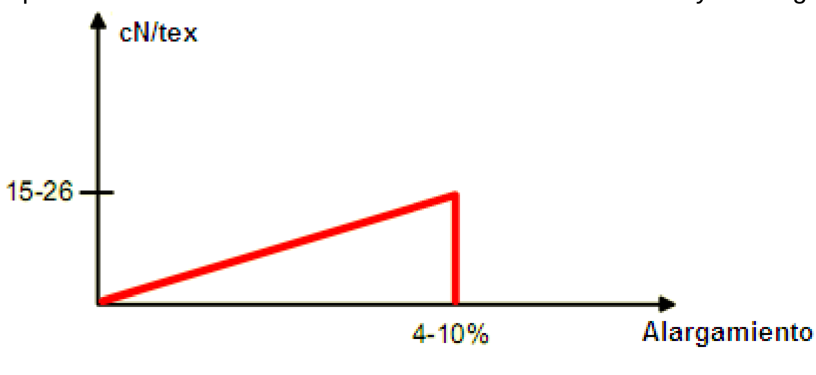


Fig. 126

Hilos de fibra cortada de poliéster

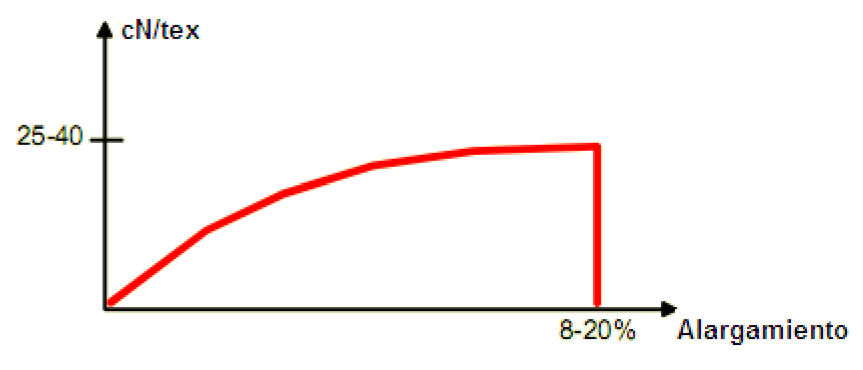


Fig. 127

Para los hilos de fibra cortada de poliéster no existe una relación lineal entre la resistencia del hilo y su alargamiento. La tenacidad alcanza valores entre 25 y 40 cN/tex, dependiendo de la fibra y la torsión. El alargamiento a la rotura varía de 8 a 20%.

Hilos con mezcla de algodón y fibras sintéticas

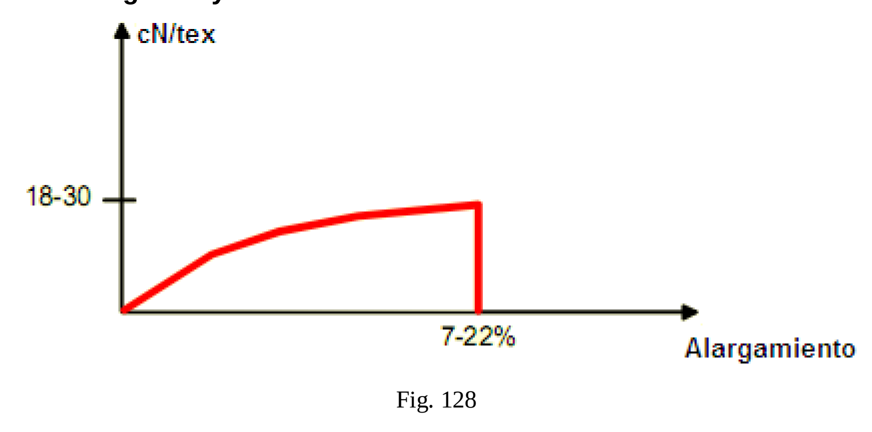


Fig. 128

La mayoría de los hilos mezclados son de algodón/poliéster y tienen una relación de 50/50% ó 65/35%. La relación entre la tenacidad y el alargamiento es no lineal debido a la influencia de las

fibras sintéticas. La tenacidad varía entre 18 y 30 cN/tex, mientras que el alargamiento a la rotura se ubica entre 7 y 22%.

Hilos de lana peinada

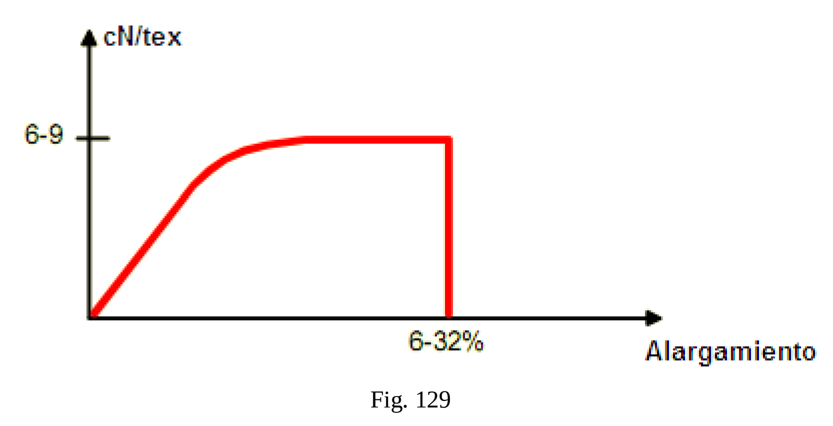


Fig. 129

La relación entre la tenacidad y el alargamiento de los hilos de lana peinada es no lineal. La tenacidad es baja y varía entre 6 y 9 cN/tex, y el alargamiento a la rotura, entre 6 y 32%.

ENSAYOS DE DINAMOMETRÍA

Vienen a ser aquellos donde se somete al hilado a una fuerza de tracción hasta provocar su rotura, los parámetros que se obtienen de estos análisis son:

- **Resistencia a la rotura**, que puede expresarse en unidades de fuerza, tenacidad, longitud de rotura, trabajo
- **Alargamiento a la rotura**, ya sea en valores absolutos (longitud) o valores relativos (unitario y porcentual)
- **Tiempo de rotura**, es el intervalo de tiempo transcurrido desde el inicio del ensayo hasta alcanzar la rotura. Su valor está relacionado de manera inversa al incremento de la carga o alargamiento del espécimen.

Consideraciones a tener presentes

Un hilo cualquiera, sometido a ensayos de dinamometría, puede arrojar valores diferentes de resistencia y alargamiento a la rotura, esta desviación en los valores va a depender de los elementos que involucran el ensayo en sí mismo, como:

A. CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

a) Tipo

Los dinamómetros se basan en tres principios de trabajo distintos (CRE, CRL, CRT), además dentro de cada grupo con el mismo principio podemos encontrar variedad de fabricantes, modelos y antigüedad.

b) Capacidad

Se entiende como el rango de medición, es decir, la diferencia entre el valor mayor y el menor que puede leer el *equipo*. Generalmente, un equipo con un rango de medición muy grande es menos sensible que uno con menor capacidad.

c) Calibración

De manera general podemos indicar que el objetivo de toda calibración de un equipo es lograr exactitud y precisión en su medida. En un dinamómetro debe calibrarse la fuerza, el alargamiento y la velocidad de tracción con patrones por un laboratorio de calibración certificado para ello.

Nota: En el Perú, el INDECOPI – a través del Servicio Nacional de Metrología – certifica la calibración de instrumentos y equipos de medición en los laboratorios metrológicos para las magnitudes de Masa, Temperatura, Electricidad, Longitud y Ángulo, Volumen y Densidad, y Fuerza y Presión. Adicionalmente existen laboratorios particulares que prestan el mismo servicio.

B. CONDICIONES DEL ENSAYO

a) Acondicionamiento del espécimen

De acuerdo a la norma ASTM D 1776.*Standar Practice for Conditioning and Testing Textiles*, la temperatura de la sala de ensayo debe ser de 21 ± 1ºC (70 ± 2ºF) y la humedad relativa del aire del 65 ± 2%.

Según el tipo de fibra, especialmente las más higroscópicas, los resultados de resistencia a la rotura por tracción son muy sensibles a la humedad absoluta. En hilos de algodón y lino, al aumentar la humedad absoluta, aumenta su resistencia; en hilos de lana, viscosa y en la mayoría de fibras químicas, la resistencia disminuye al aumentar la humedad absoluta del ambiente.

b) Longitud de probeta

Al aumentar la longitud de la probeta (muestra) de ensayo, es decir, la longitud de hilo considerada en cada ensayo, disminuye la resistencia a la tracción ya que aumenta la probabilidad de encontrar puntos de resistencia débil. Existe una relación lineal entre ambas.

Al aumentar el coeficiente de variación de resistencia, aumenta la influencia de la longitud. Se recomienda, en las princiales normas de ensayo internacionales, una longitud de probeta de 500 milímetros. Para hilos muy elásticos (del 100% al 800% de alargamiento) se trabaja con longitudes menores.

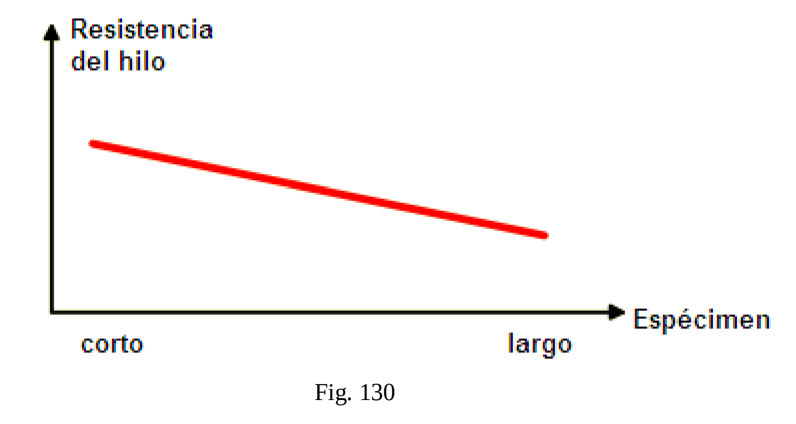


Fig. 130

c) Pre tensión del espécimen

Regular la tensión del hilo, al colocarlo entre las mordazas del dinamómetro, es especialmente importante en los hilos elásticos. En la mayoría de normas de ensayo se recomienda una tensión inicial del hilo de 0,5 cN/tex. De realizar ensayos en húmedo, la tensión inicial es, normalmente, de 0,25 cN/tex. Los multifilamentos texturizados deben tensarse – cuando están colocados en las mordazas del dinamómetro – a razón de 2 cN/tex.

Para ensayar elastómeros se recomienda una pre tensión de 0,1 cN/tex y dispositivos especiales de pinzamiento.

d) Velocidad del ensayo

Según la mayoría de normas de ensayo, la velocidad debe ajustarse de tal manera que el tiempo de rotura promedio de todos los ensayos sea de 20 ± 3 segundos. Los ensayos realizados con tiempos de rotura inferiores a 17 o superiores a 23 segundos deben descartarse. Al disminuir el tiempo de rotura (ensayos rápidos) aumenta, normalmente, la resistencia a la tracción del hilo. Actualmente hay una marcada tendencia hacia los ensayos rápidos.

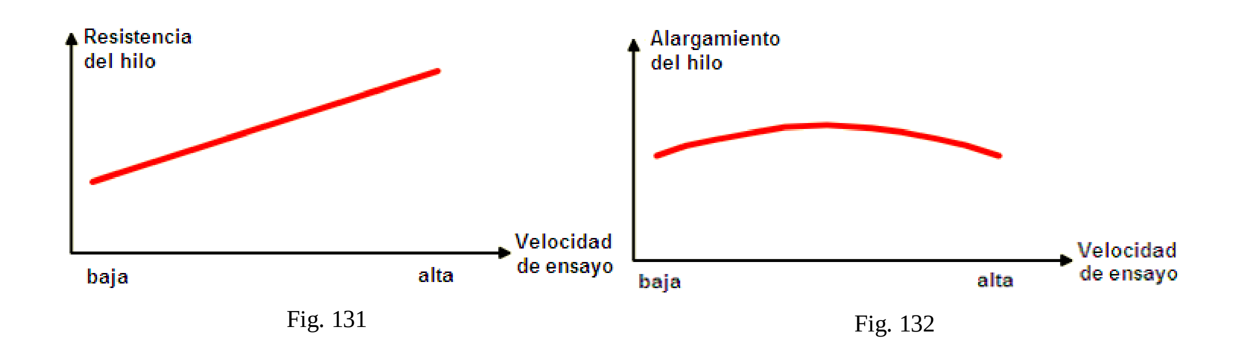


Fig. 131 Fig. 132

TIPOS DE DINAMÓMETROS. PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

Los instrumentos empleados para determinar la resistencia a la tracción son clasificados en tres grupos, según su principio de funcionamiento:

- CRE - *Constant rate of extension*
- CRL - *Constant rate of loading*
- CRT - *Constant rate of traverse*

En los dinamómetros **CRE** la variación del alargamiento del espécimen permanece constante. Estos dinamómetros son los que actualmente están normalizados, cumplen la condición que los alargamientos experimentados por el hilo durante el ensayo son directamente proporcionales a los respectivos tiempos de ensayo.

En los dinamómetros **CRL** la variación de la carga aplicada al espécimen se mantiene constante. Se cumple que las fuerzas aplicadas en el dinamómetro son proporcionales a los tiempos de ensayo. Los alargamientos experimentados por el hilo no son proporcionales a los tiempos. Este tipo de dinamómetro basa su trabajo en un plano inclinado.

En los dinamómetros **CRT** la variación del desplazamiento de la mordaza móvil (inferior) se mantiene constante, la fuerza aplicada al hilo varía en función del ángulo que describe el péndulo con respecto a su posición vertical.

La rotura de los especímenes de ensayo es provocada por el movimiento uniforme de un eje sinfín, cuya parte superior tiene una mordaza para la sujeción de uno de los extremos del espécimen; el otro extremo del espécimen es tomado por la mordaza superior, la que está conectada al péndulo.

Al aplicar la carga, el péndulo se desplaza de su posición vertical (posición de reposo) por la resistencia que ofrece el espécimen y la cantidad de desplazamiento indica la carga. En el momento de producirse la rotura del espécimen, instantáneamente, el péndulo es asegurado gracias a un trinquete a una cremallera, permaneciendo estacionario en la carga máxima.

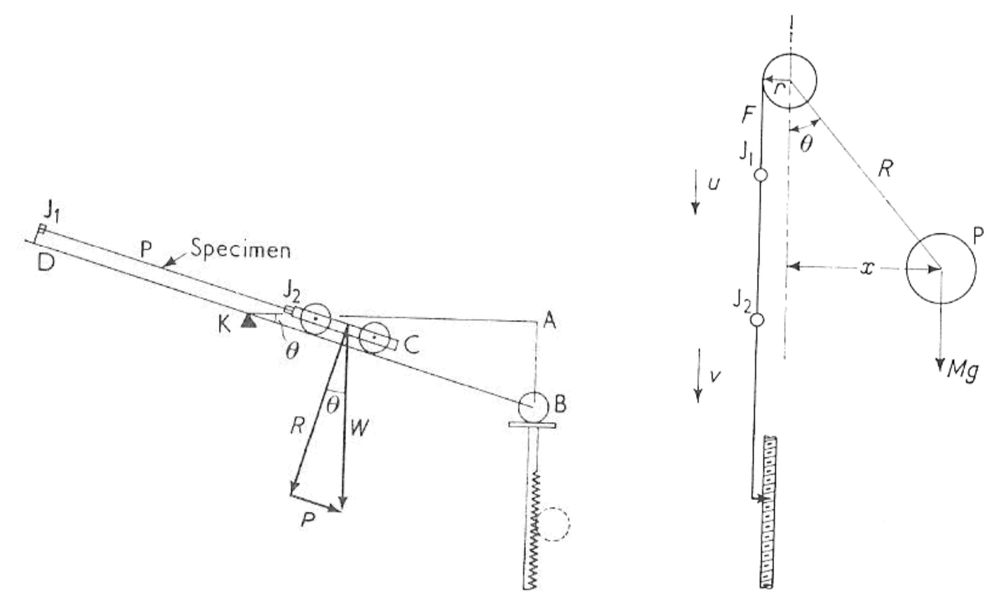


Fig. 133 Dinamómetro con principio de plano inclinado (CRL)

Fig. 134 Dinamómetro con principio pendular (CRT)

Los resultados de los ensayos obtenidos por los dinamómetros de principios diferentes no coinciden. Normalmente, se obtienen resistencias a la tracción más altas trabajando con dinamómetros CRL. La correlación depende del perfil de la curva fuerza-alargamiento.

CLASIFICACIÓN DE LOS ENSAYOS DE DINAMOMETRÍA

1. SEGÚN EL NÚMERO DE CABOS QUE SOPORTAN LA CARGA

ENSAYOS SOBRE HILO SOLO

Como se puede deducir, en estos ensayos la fuerza es soportada por un solo hilo a la vez hasta lograr la rotura del mismo. Es el método más empleado en los laboratorios textiles en la actualidad.

ENSAYOS SOBRE MADEJAS (TROQUILLONES)

Este método consiste básicamente en determinar la resistencia a la tracción de los hilos, utilizando como espécimen una madeja de 120 yardas (llamada *lea*) o una madeja de 110 metros y como unidad de fuerza la libra-fuerza o el kilogramo-fuerza, en dinamómetros de péndulo con rangos de 0 – 150 lb-f y 0 – 500 lb-f o bien de 0 – 250 lb-f.

El índice CSP

Los resultados obtenidos por este tipo de ensayos no proporcionan un valor absoluto de la resistencia del hilo; sin embargo nos brindan un valor relativo empleado en la industria textil, el llamado índice CSP (*Count Strength Product*); que se calcula mediante la fórmula:

$$CSP = R_{libras} \cdot Ne$$

Este factor de rotura es utilizado para valorar la calidad de los hilos y establecer la diferencia en un hilo y otro, aun siendo del mismo título y máquina; asimismo, sirve para determinar la

eficiencia de la hilandería de algodón. Los valores escogidos como estándares son 2000 para hilos cardados y 2500 para hilos peinados de algodón. Estos estándares han sido desarrollados por el Instituto Shirley de Inglaterra.

Cálculo de la tenacidad

Adicionalmente del factor CSP puede determinarse la tenacidad de un hilo en un ensayo de resistencia de madejas mediante la relación:

$$g/_{tex} = \frac{\overline{R}_{gramos}}{2 \cdot n^{o}\ vueltas\ de\ la\ madeja \cdot \overline{tex}_{hilo}}$$

Ejemplo

Para una mejor interpretación de resultados, se trata el siguiente caso: En un laboratorio equipado con dinamómetros de madejas se tomaron 4 bobinas para realizarle 4 ensayos a cada una. Se sabe que el aspa de la madejera tiene un perímetro de 1,5 yardas y se preparan todas las madejas con 80 vueltas del aspa. Luego de terminar el ensayo en el dinamómetro, se obtiene la siguiente tabla:

No de bobina	Nº de prueba	Resistencia a la rotura		Peso de la madeja	
		libras	$\overline{X}$	grains	$\overline{X}$
1	1	59	60,25	36	36,5
	2	58		36	
	3	61		37	
	4	63		37	
2	1	63	63,75	36	36,25
	2	66		37	
	3	67		38	
	4	59		34	
3	1	63	60,25	36	36,25
	2	52		34	
	3	58		37	
	4	68		38	
4	1	71	68,00	38	37,75
	2	66		37	
	3	66		38	
	4	69		38	
	$\overline{R}$		63,062	$\overline{P}$	36,68

De acuerdo a los resultados obtenidos, calcular el índice CSP y la tenacidad del hilo en gramos/tex.

Solución

- En primer lugar calculamos el Número Inglés del hilado:

$$Ne = \frac{L_{yardas}}{P_{grains}} \cdot 8{,}33$$

$$Ne = \frac{120\ yd}{36{,}68\ gr} \cdot 8{,}33 = 27{,}25$$

- Luego se calcula el factor CSP:

$$Factor\ CSP = R_{libras} \cdot Ne_{hilo}$$

$$Factor\ CSP = 63{,}062\ lb \cdot 27{,}25\ Ne = 1718$$

- Calculando la tenacidad en gramos/tex:

$$\overline{R}_{gramos} = \overline{R}_{libras} \cdot 453{,}6 = 63{,}062\ lb \cdot 453{,}6 = 28604{,}92\ g$$

$$\overline{tex} = \frac{590{,}5}{\overline{Ne}} = \frac{590{,}5}{27{,}25} = 21{,}67\ tex$$

$$g/tex = \frac{28604{,}92\ g}{2 \times 80 \cdot 21{,}67\ tex} = \frac{28604{,}92\ g}{3467{,}2\ tex} = 8{,}25\ g/tex$$

Cabe mencionar que el índice CSP varía con el coeficiente de torsión. En la siguiente fig. 135 se muestra claramente cómo varía la resistencia del hilo por el método de la madeja en función a este parámetro. Las diferentes curvas muestran el comportamiento de ciertos hilados fabricados con algodones americanos y rayón viscosa.

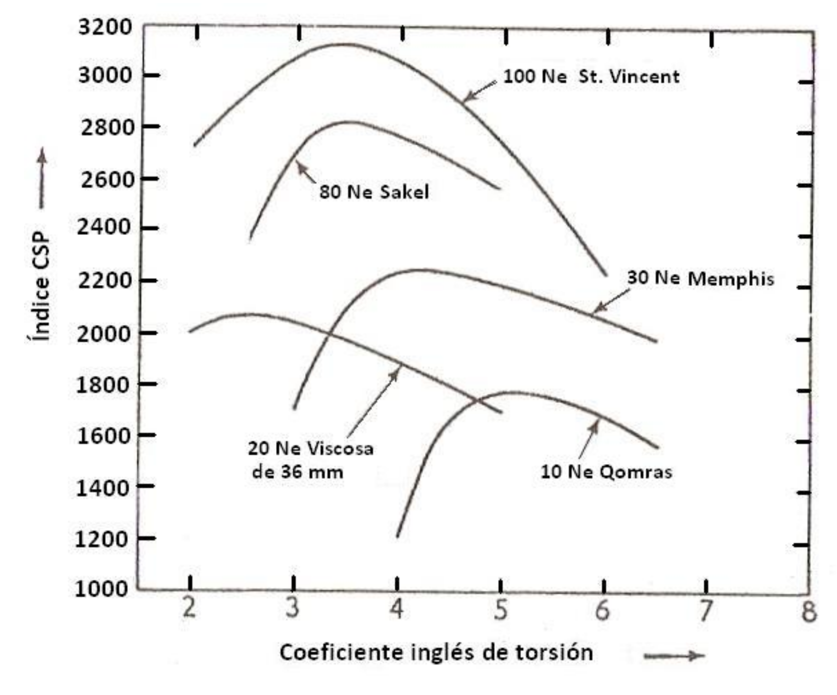


Fig. 135

Desventajas

Las principales desventajas del método para determinar la resistencia a la tracción de hilos mediante ensayos sobre madejas son:

- Los errores por fricción o inercia dependen de la construcción y mantenimiento de la máquina y ha sido demostrado que estos errores no son superiores al ± 2,5%.
- La carga de rotura no se reparte uniformemente a todos los hilos, rompiéndose, en primer lugar, los más débiles, de modo que el ensayo tiende a dar bajos resultados.
- La diferencia de tensión en el devanado de hilos, produce la rotura, en primer lugar, de aquellos hilos más tensos, lo que provoca el resbalamiento de los mismos, dando origen a una menor resistencia a la tracción.

2. SEGÚN LA VELOCIDAD DE APLICACIÓN DE LA CARGA

ENSAYOS TENSILES

Son ensayos donde la carga se aplica de manera gradual sobre el espécimen, pudiendo ser el incremento constante (CRL) o no (CRE, CRT). Pertenecen a este tipo los análisis realizados por la gran mayoría de dinamómetros, donde el tiempo de duración de cada prueba es de aproximadamente 20 segundos.

ENSAYOS BALÍSTICOS

Se aplican sobre madejas de hilos, son aquellos análisis donde la carga se aplica de manera violenta sobre el espécimen. Pertenecen a este grupo aquellos ensayos obtenidos con un dinamómetro de péndulo especial. Presentan ciertas características favorables:

- Son de fácil realización y las muestras son de gran longitud.
- Son más rápidos que los ensayos tensiles sobre madejas.
- No son tan susceptibles a los errores del operador como los ensayos tensiles sobre madejas.
- La fricción de los hilos desempeña un papel insignificante.
- Cada hilo se rompe y contribuye al resultado final.

Los ensayos balísticos registran la cantidad de energía o trabajo requerido para romper una madeja de hilo y tres características del hilo se combinan en una sola figura: carga de rotura, alargamiento a la rotura y factor de trabajo. Desafortunadamente los dos primeros parámetros no pueden ser separados, esto quiere decir que un hilo fuerte pero inextensible no puede distinguirse de un hilado más débil pero muy extensible.

Normas técnicas relacionadas a los ensayos de dinamometría de hilos

- ASTM D 2256. *Standar Test Method for Tensile Properties of Yarns by the Single-Strand Method*
- NTP 231.025. *Ensayo de Tracción de Hilos Individuales*
- NTP 231.108. *Ensayo de Resistencia a la Rotura. Método de la madeja*

DINAMÓMETRO USTER DYNAMAT

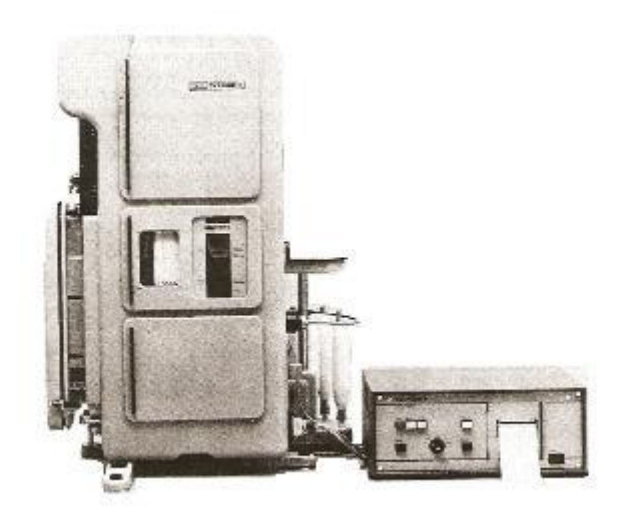


Fig. 136

El dinamómetro Uster Dynamat usa el principio de plano inclinado; es decir que la tracción sobre el espécimen se realiza por medio de un peso rodante, sobre un plano de inclinación variable.

La carga aplicada al espécimen de ensayo aumenta proporcionalmente con el tiempo. El aumento de la fuerza de tracción se puede graduar de tal modo que la carga máxima se alcance dentro de un tiempo promedio de 20 segundos.

La longitud del espécimen es de 500 mm (aproximadamente 20”). El aparato puede ser ajustado de tal modo que haya una pretensión de 0,5 g/tex antes de aplicar la carga.

Combinación de los pesos para las distintas gamas de medición

La gama de medición de la resistencia a la rotura, depende del peso que rueda sobre el plano inclinado. Para tal efecto, el aparato está equipado con seis distintas combinaciones de pesos, para las gamas de medición siguiente:

- Gama de medición 200 g: Carro de carga ligero 1 (figura 137) sin peso adicional.
- Gama de medición 400 g: Carro de carga ligero 1 (figura 137) con un peso adicional 2, este último debe colgarse en la parte inferior del carro de la siguiente manera:

  Girar las bridas de presión 3 hacia fuera. Colocar uno de los pesos 2 sobre el carro. Las extremidades de las bridas situadas enfrente deben encajarse en los agujeros del peso. Sacar las bridas hasta que puedan encajarse en las concavidades del peso adicional 2.
- Gama de medición 600 g: Carro de carga ligero 1 (figura 137) con dos pesos adicionales 2. El peso superior debe colocarse de la misma manera que el peso inferior.

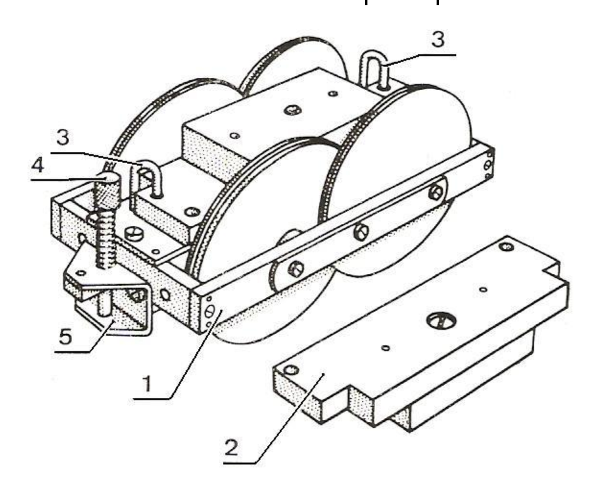


Fig. 137 (1) Carro de carga ligero (2) Peso adicional (3) Brida de presión (4) Botón (5) Acoplamiento

- Gama de medición 1000 g: Carro de carga pesado 1 (figura 138) con las dos clavijas de fijación 2 sin peso adicional.
- Gama de medición 1500 g: Carro de carga pesado 1 (figura 138) con las dos clavijas de fijación 2 y el peso adicional 7 marcado con la letra B. Este peso debe colocarse en la parte inferior de la siguiente manera:

  Apretar ligeramente el resorte 3 de la clavija de fijación 2, girarla en 180º y sacarla afuera. Colocar el peso adicional 7 en el carro 1 de forma que las piezas laterales se encuentren entre las ruedas con el ancho de vía más grande. Introducir la clavija de fijación 2, girarla y apretar el resorte 3 hasta que encaje.
- Gama de medición 2000 g: Carro de carga pesado 1 (figura 138) con las dos clavijas de fijación 2 y los pesos adicionales 6 y 7. El peso superior 6 marcado con un A debe fijarse de la misma manera que el de la parte inferior.

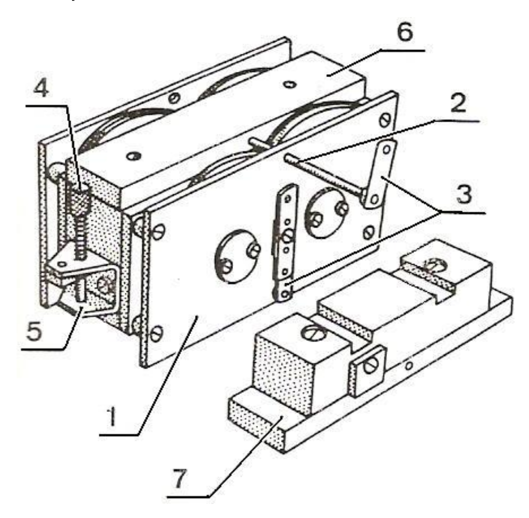


Fig. 138 (1) Carro de carga pesado (2) Clavija de fijación (3) Resorte (4) Botón (5) Acoplamiento (6) Peso adicional A (7) Peso adicional B

Si la resistencia a la rotura sobrepasa la gama elegida, el hilo no es roto y el aparato se detiene automáticamente.

Por otro lado, la capacidad máxima de la máquina para la elongación a la rotura oscila entre 10% y 40%, según el tipo de material de acuerdo a la siguiente tabla:

Material	Porcentaje de elongación (%E)
algodón y lino	0 – 10
lana, seda y rayones	0 – 20
poliamidas, acrílicos	0 – 40

Una de las más importantes características de este dinamómetro es el dispositivo de la distribución de la frecuencia de la rotura del hilo. Cada vez que se produce la rotura, cae una bolilla de acero inoxidable en el canal de una lámina apropiada. Al completar una serie de pruebas, la distribución de frecuencias formada por las bolillas de acero es transferida sobre una carta reglada para su estudio.

El número de ensayos a efectuarse, puede escogerse entre 1 y 999 especímenes. Un claxon anuncia el fin de los ensayos pre-seleccionados.

Dispositivos registradores

La resistencia a la rotura y al alargamiento correspondiente a cada ensayo, se registra sobre el papel diagrama. Cada uno de los dos valores es marcado por un trazo de color rojo por medio de bolígrafos.

El registro continuo de los valores de resistencia muestra claramente los defectos eventuales del hilo.

Un contador que registra el número de ensayos y otros dos de 4 dígitos dan la sumatoria de la resistencia y elongación. Además, los valores de la resistencia a la rotura están representados bajo la forma de un diagrama de distribución de frecuencias; es decir que, después de cada rotura, se introduce una bolita de acero inoxidable en el canal de una placa acanalada y alrededor del valor medio, de este modo forma una verdadera distribución de frecuencias.

El orden de los contadores es el siguiente:

- *TOTAL OF ELONGATION* : Sumatoria de las elongaciones
- *TOTAL OF LOADS AT BREAK* : Sumatoria de las cargas a la rotura
- *TESTER NUMBER OF BREAK* : Número de ensayos



Fig. 139

EXPRESIÓN DE RESULTADOS

En base a los resultados que arroja el aparato, se calculan los siguientes datos técnicos para la evaluación del hilo:

Resistencia a la rotura como porcentaje

$$\overline{\%R} = \frac{\sum R \cdot 10}{n} + K$$

El valor exacto de la constante *K* está indicado en una etiqueta en el lado interior de la puerta superior del equipo.

Resistencia a la rotura en gramos

$$\overline{R}_g = \frac{\overline{\%R} \cdot P}{100}$$

El valor de *P* viene a ser el peso de la carga empleada, es decir, el peso del carro rodante.

Porcentaje de elongación

$$\%E = \frac{\sum E \cdot 10}{n} + e$$

El valor exacto de la constante *e* está indicado en una etiqueta en el lado interior de la puerta superior del equipo.

Desviación estándar (como porcentaje del valor medio)

$$\sigma_{\%} = \frac{R + A}{2}$$

Desviación estándar (en gramos)

$$\sigma_g = \frac{\sigma_{\%} \cdot P}{100}$$

Coeficiente de variación

$$\%CV = \frac{\sigma_g}{\overline{R}_g} \cdot 100$$

Densidad lineal del hilo ensayado

$$tex = \frac{Peso\ de\ muestra_g \cdot 1000}{L \cdot n}$$

El valor exacto de la constante *L* está indicado en una etiqueta en el lado interior de la puerta superior del equipo. Viene a ser la longitud total de hilo que se requiere para producir una rotura.

Resistencia kilométrica del hilo

$$RKM = \frac{\overline{R}_g}{tex}$$

Cálculo de la desviación estándar y coeficiente de variación

Para determinar σ y CV, se procede del siguiente modo:

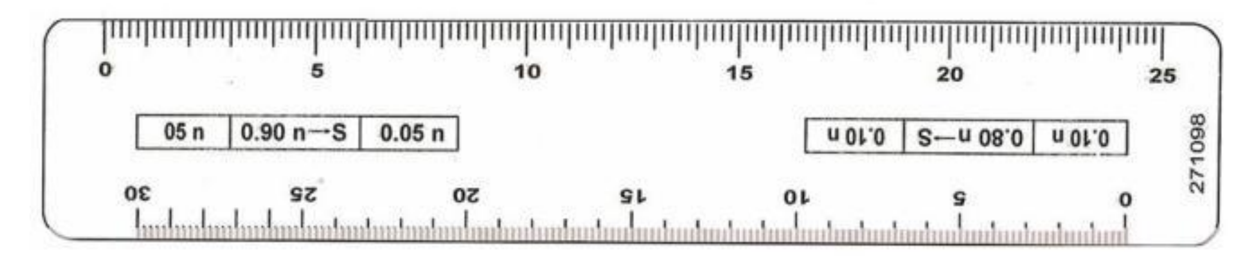
a) Copiar la distribución de frecuencias sobre una carta reglada.
b) Determinar el 5% y 10% del número total de las pruebas.
c) Contar el número de bolillas correspondientes al 5% y 10% de afuera hacia adentro y de abajo hacia arriba de cada extremo.

d) Trazar líneas perpendiculares a su base en cada extremo a partir de cada marca correspondiente al 5% y 10%

e) Medir la distancia exterior por medio de la regla especial usando la escala *roja* y la distancia interior en la escala *azul*.

La desviación estándar y el coeficiente de variación pueden ser expresadas en gramos o como porcentaje del valor medio.

Lectura en la escala del 5% (ROJA)



Lectura en la escala del 10% (AZUL)

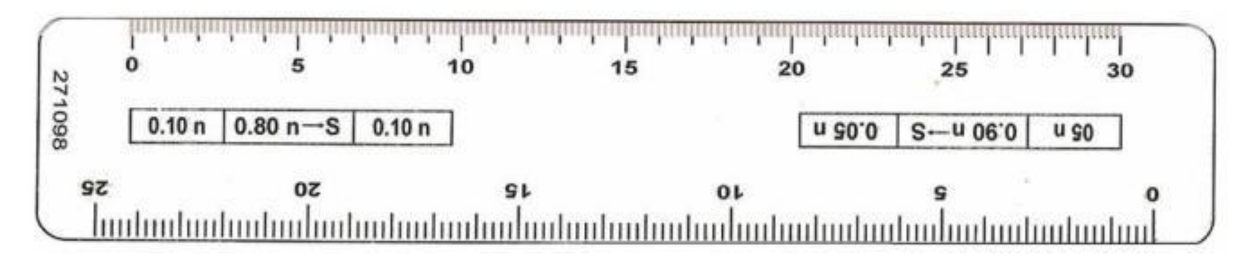


Fig. 140

EJEMPLO:

Se realizó un ensayo de resistencia de hilos en un equipo Uster Dynamat y se obtuvo los siguientes datos:

a) Datos del equipo

- Constante *K* : 1,95
- Constante *e* : 0,3
- Valor de *L* : 0,71 metros

b) Condiciones del ensayo

- Peso de la carga empleada: 600 gramos
- Peso de especímenes : 1,34 gramos
- Número de roturas : 100

c) Lecturas obtenidas

- Sumatoria de resistencia : 650
- Sumatoria de elongación : 92
- Lectura en la escala roja : 7,4
- Lectura en la escala azul : 6,6

Cálculo de los parámetros del ensayo realizado:

a) Resistencia a la rotura como porcentaje

$$\overline{\%R} = \frac{\sum R \cdot 10}{n} + K = \frac{650 \cdot 10}{100} + 1{,}95 = \frac{6500}{100} + 1{,}95 = 65 + 1{,}95 = 66{,}95\%$$

b) Resistencia a la rotura en gramos

$$\overline{R}_g = \frac{\overline{\%R} \cdot P}{100} = \frac{66{,}95\% \cdot 600g}{100} = \frac{40170}{100} = 401{,}7g$$

c) Porcentaje de elongación

$$\%E = \frac{\sum E \cdot 10}{n} + e = \frac{92 \cdot 10}{100} + 0{,}3 = \frac{920}{100} + 0{,}3 = 9{,}2 + 0{,}3 = 9{,}5\%$$

d) Desviación estándar (como porcentaje del valor medio)

$$\sigma_{\%} = \frac{R + A}{2} = \frac{7{,}4 + 6{,}6}{2} = \frac{14}{2} = 7\%$$

e) Desviación estándar (en gramos)

$$\sigma_g = \frac{\sigma_{\%} \cdot P}{100} = \frac{7\% \cdot 600g}{100} = \frac{420\%g}{100} = 42g$$

f) Coeficiente de variación

$$\%CV = \frac{\sigma_g}{\overline{R}_g} \cdot 100 = \frac{42g}{401{,}7g} \cdot 100 = 10{,}46\%$$

g) Densidad lineal del hilo

$$tex = \frac{Peso\ de\ muestra_g \cdot 1000}{L \cdot n} = \frac{1{,}34g \cdot 1000}{0{,}71m \cdot 100} = \frac{1340g}{71m} = 18{,}87$$

h) Longitud de rotura

$$RKM = \frac{\overline{R}_g}{tex} = \frac{401{,}7g}{18{,}87tex} = 21{,}29$$

USTER® TENSORAPID

Es un dinamómetro automatizado para ensayos de resistencia que utiliza el principio de medición CRE. Puede ensayar hilos de fibra discontinua e hilos de filamento continuo, madejas, telas, cintas y pabilo. Este equipo suministra la siguiente información:

- Tiempo de rotura (en segundos)
- Fuerza máxima a la rotura
- Elongación máxima a la rotura
- Tenacidad a la rotura
- Trabajo a la rotura
- Valores de referencia para resistencia y alargamiento.



Fig. 141

Total de pruebas : 10 / 50 Análisis individual(es)

No.	Duración de rotura s	Fuerza B cN	Elong. %	Tenac. cN/tex	Trabajo B N.cm
1/5	0.28	385.2	4.62	20.87	4.95
2/5	0.30	424.7	5.02	23.01	5.91
3/5	0.31	424.7	5.15	23.01	6.01
4/5	0.29	442.2	4.89	23.96	6.05
5/5	0.31	416.8	5.18	22.58	5.86
6/5	0.33	457.0	5.55	24.76	6.83
7/5	0.32	436.9	5.25	23.67	6.27
8/5	0.32	456.7	5.40	24.75	6.59
9/5	0.32	443.6	5.34	24.04	6.49
10/5	0.29	412.6	4.90	22.36	5.61
Medio	0.31	430.0	5.13	23.30	6.06
CV	7.3	7.4	7.3	7.4	13.0
Mín	0.24	329.8	4.05	17.87	3.78
Máx	0.35	484.3	5.79	26.24	7.51

En adición a la información numérica, para un análisis más detallado de los resultados, también suministra la siguiente información gráfica:

- Gráficas de línea de fuerza y alargamiento
- Histogramas de fuerza y alargamiento

- Curvas de fuerza y alargamiento
- Curvas de módulos

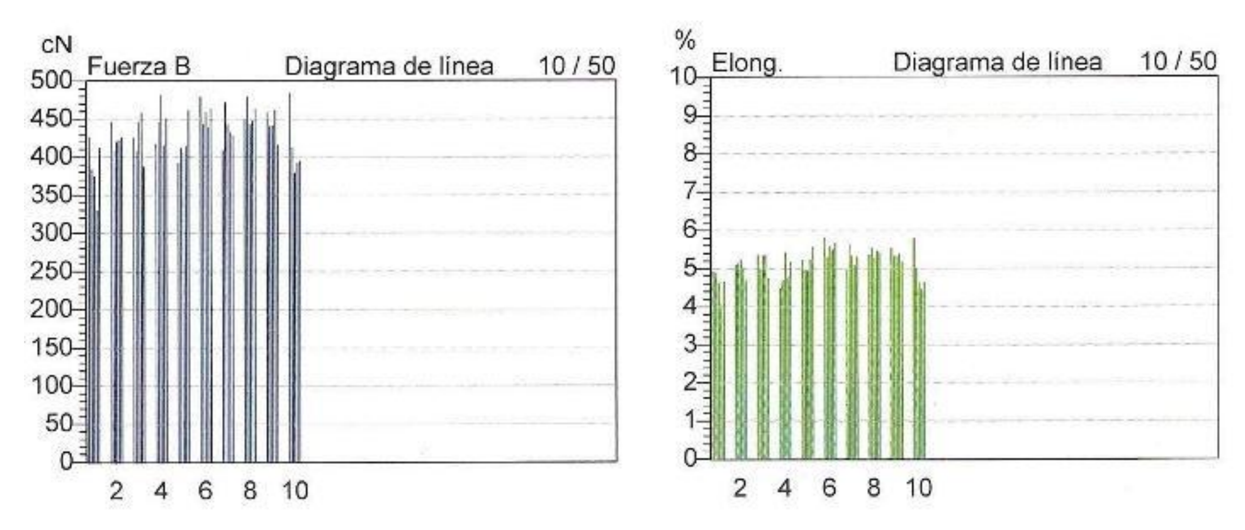


Fig. 142 Gráficas de fuerza y de alargamiento

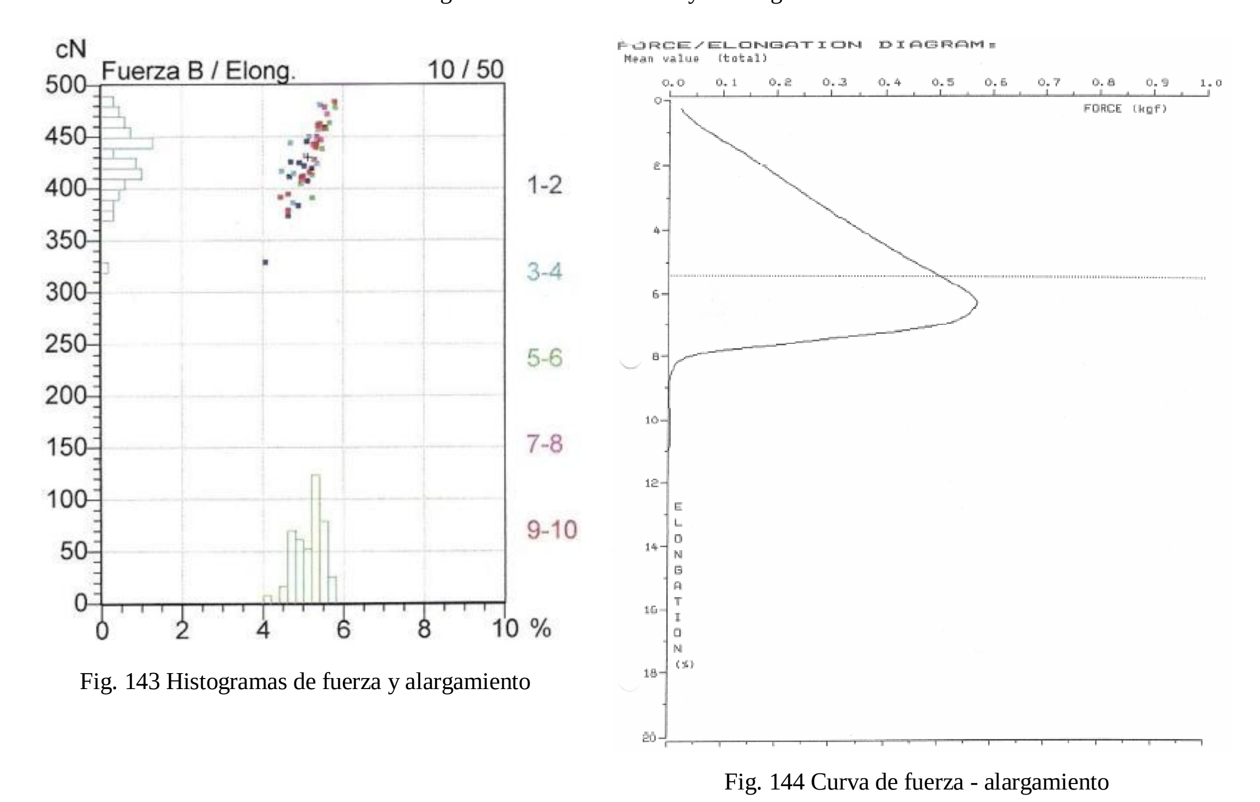


Fig. 143 Histogramas de fuerza y alargamiento

Fig. 144 Curva de fuerza - alargamiento

USTER® TENSOJET

Es un dinamómetro para ensayos de hilos individuales que utiliza el principio de medición CRE; puede realizar hasta 30 000 roturas (ensayos) por hora y permite analizar problemas que ocurren aleatoriamente o problemas de largo periodo que no serían evidentes con métodos tradicionales de dinamometría de hilos.



Fig. 145

El procedimiento de ensayo puede dividirse en 4 fases:

- **Fase 1:** Transporte del hilo hacia el depósito intermedio
- **Fase 2:** Colocación del hilo en el área de medición
- **Fase 3:** Análisis de la resistencia a la tracción
- **Fase 4:** Succión de los restos del hilo

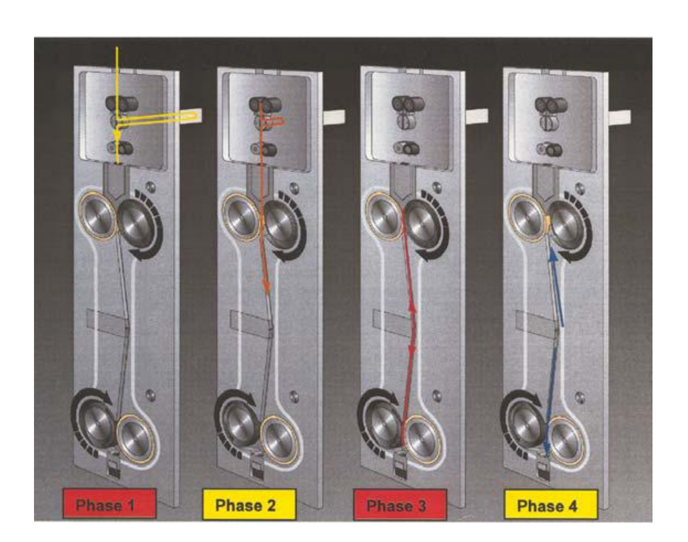
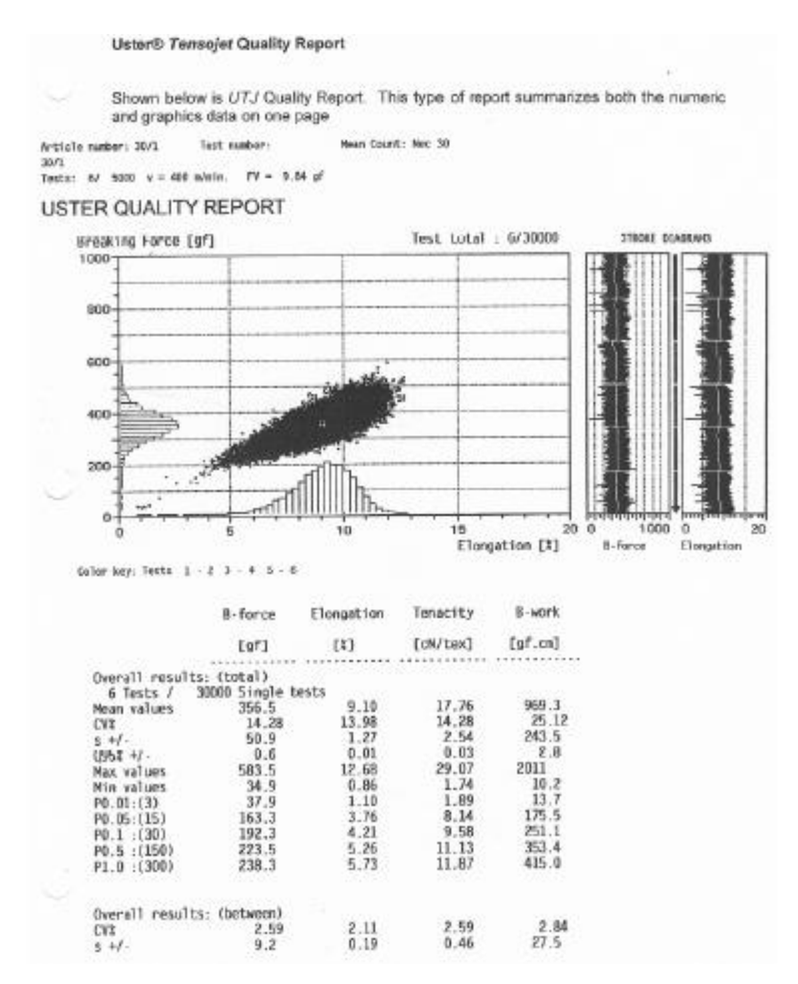


Fig. 146 Representación de las cuatro fases de trabajo del Uster Tensojet



Uster® *Tensojet* Quality Report

Shown below is *UTJ* Quality Report. This type of report summarizes both the numeric and graphics data on one page

Article number: 30/1 Test number: Mean Count: Nec 30
30/1
Tests: 6/ 5000 v = 400 m/min. FV = 9.84 gf

USTER QUALITY REPORT

	B-force [gf]	Elongation [%]	Tenacity [cN/tex]	B-work [gf.cm]
Overall results: (total)				
6 Tests / 30000 Single tests				
Mean values	356.5	9.10	17.76	969.3
CV%	14.28	13.98	14.28	25.12
s +/-	50.9	1.27	2.54	243.5
Q95% +/-	0.6	0.01	0.03	2.8
Max values	583.5	12.68	29.07	2011
Min values	34.9	0.86	1.74	10.2
P0.01:(3)	37.9	1.10	1.89	13.7
P0.05:(15)	163.3	3.76	8.14	175.5
P0.1 :(30)	192.3	4.21	9.58	251.1
P0.5 :(150)	223.5	5.26	11.13	353.4
P1.0 :(300)	238.3	5.73	11.87	415.0
Overall results: (between)				
CV%	2.59	2.11	2.59	2.84
s +/-	9.2	0.19	0.46	27.5

Fig. 147

El reporte del Tensojet consta de:

- **Tabla de valores porcentuales**

  Los datos de porcentaje que genera el Tensojet permiten analizar las partes más débiles en el hilo (consideradas como el 1,0% más bajo de todas las roturas) ya que en esta área es donde una falla en el hilo en los procesos subsecuentes ocurre generalmente.

  Un hilo que tiene un buen promedio de resistencia a la ruptura, pero un alto número de partes débiles con bajos valores porcentuales no tendrá tan buen desempeño como un hilo que tenga menor promedio de resistencia a la ruptura, pero menos partes débiles. Por ejemplo, si comparamos un hilo hecho en continua de anillos con otro fabricado en hilatura a rotor, veremos que aunque el hilo a rotor tiene aproximadamente el 80% de la resistencia promedio de un hilo por anillos, tiene usualmente un mejor desempeño en los procesos subsecuentes, porque es más uniforme y tiene menos partes débiles.

	B-force [gf]	Elongation [%]	Tenacity [cN/tex]	B-work [gf.cm]
Overall results: (total)				
1 Test / 10000 Single tests		(Out of limit values:		0)
Mean values	378.1	6.44	13.82	538.5
CV%	8.51	7.77	8.51	13.62
s +/-	32.2	0.50	1.17	73.3
Q95% +/-	0.6	0.01	0.02	1.5
Max values	858.1	8.13	31.35	1445
Min values	247.2	3.36	9.03	217.3
P0.01:(1)	247.2	3.36	9.03	217.3
P0.05:(5)	268.3	4.28	9.80	295.8
P0.1 :(10)	271.3	4.61	9.91	308.0
P0.5 :(50)	287.2	4.97	10.49	343.4
P1.0 :(100)	296.4	5.14	10.83	363.3

Fig. 148

El Tensojet suministra información de los siguientes porcentajes para la fuerza máxima y la elongación:

Símbolo	Nombre completo	Porcentaje de ensayos
P 0.01 (1) *	0,01 Porcentual	0,01% de los ensayos totales
P 0.05 (5)	0,05 Porcentual	0,05% de los ensayos totales
P 0.1 (10)	0,1 Porcentual	0,1% de los ensayos totales
P 0.5 (50)	0,5 Porcentual	0,5% de los ensayos totales
P 1.0 (100)	1,0 Porcentual	1,0% de los ensayos totales

***** *El número que aparece entre paréntesis es el número de rupturas que están en el porcentaje dado. Estos valores variarán dependiendo del número de ensayos; los números mostrados están respecto a 10000 ensayos de resistencia.*

- **Diagrama de líneas**

Dado que el Tensojet tiene la capacidad de analizar muestras de tamaño mucho mayor, su diagrama de líneas muestra fácilmente las áreas débiles que ocurren aleatoriamente y las variaciones de tracción de largo periodo.

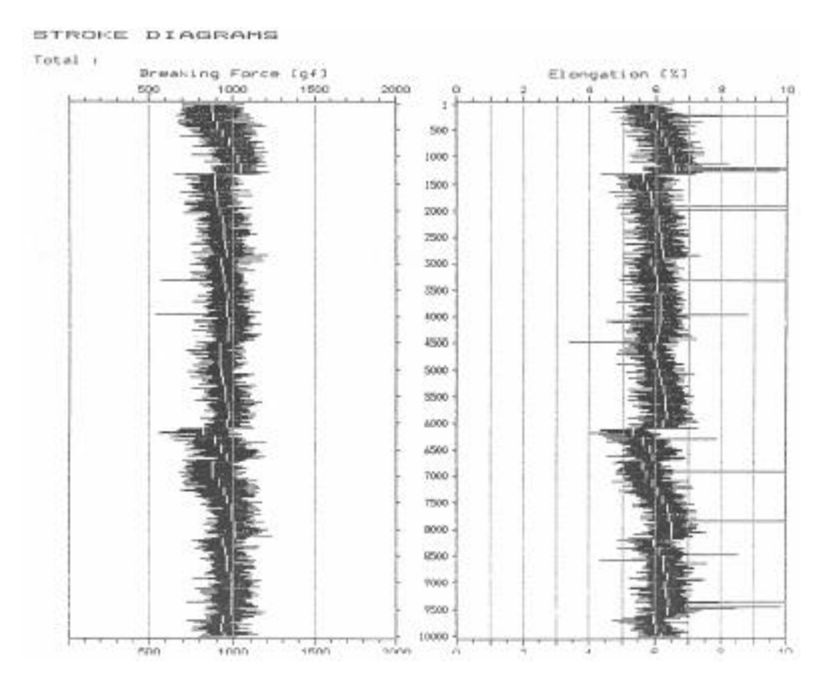


Fig. 149

- **Plano de dispersión**

Es una representación gráfica de los valores de trabajo-rotura de un ensayo de tracción y permite un análisis simultáneo de los valores de resistencia y elongación. El plano de dispersión está representado por coordenadas *X* e *Y*, el eje *X* representa la escala de elongación y el eje *Y* representa la escala de fuerza. Los valores de trabajo-fuerza máxima están en función tanto de los valores de resistencia y elongación y cada punto del plano representa un ensayo individual.

Esta representación permite un análisis rápido de cientos de ensayos y una fácil detección de áreas problema que ocurren aleatoriamente, los cuales aparecerán en el cuadrante inferior izquierdo de la misma.

El tamaño y la forma del plano de dispersión son también indicadores de las características de tracción del hilo: un patrón compacto del plano de dispersión indica que el hilo es uniforme con baja variación en sus propiedades de resistencia; una forma anormal del plano de dispersión, un plano de dispersión que muestra una distribución ancha de los puntos, o un plano de dispersión con colas alargadas indican una variación anormal del hilos y problemas potenciales en el siguiente proceso.

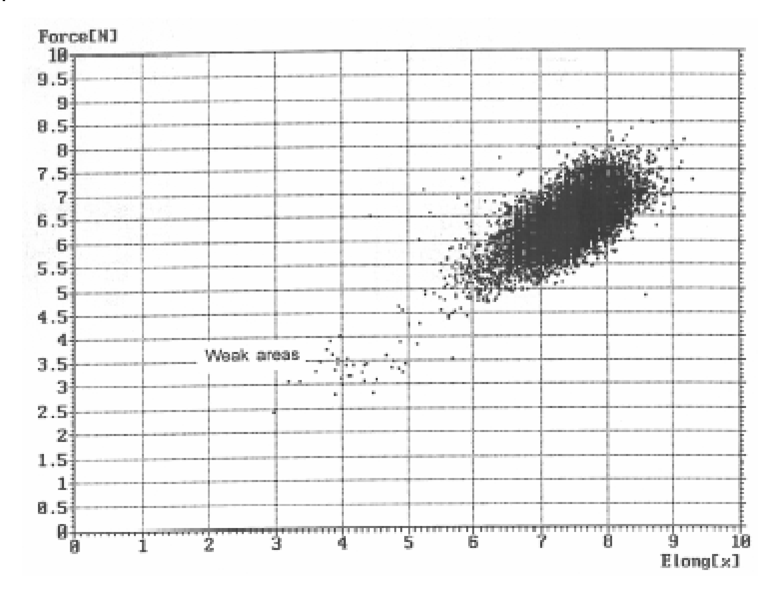


Fig. 150 Plano de dispersión de 13200 ensayos (10,5 km)

- **Histograma**

Muestra cómo están distribuidos los puntos de datos. El eje *X* del histograma muestra la escala de fuerza o elongación, y el eje *Y* muestra la frecuencia relativa de la ocurrencia como un porcentaje del número total de datos. La forma y el ancho del histograma son un indicador de la calidad del hilado analizado. Generalmente hablando, entre más cerrada sea la distribución, mayor será la calidad. Un material de calidad deberá mostrar también una distribución normal de forma de campana.

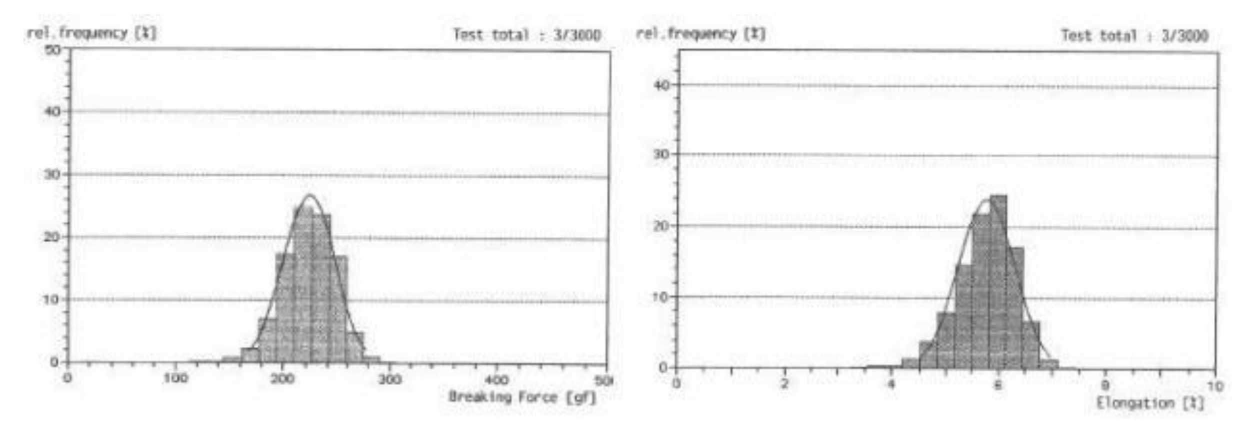


Fig. 151

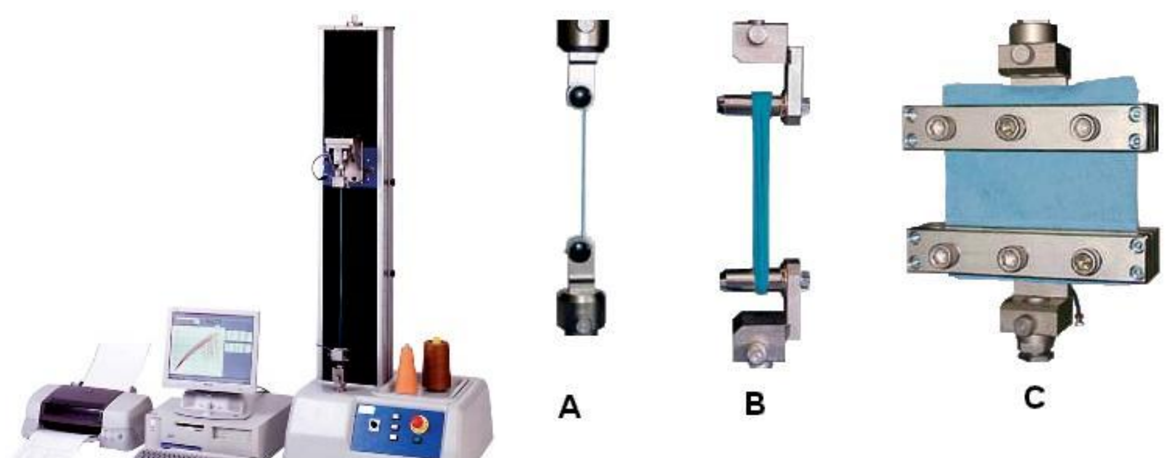


Fig. 152 Dinamómetro semiautomático
Mesdan, modelo Tensolab 2512A

Fig. 153(A) Mordaza para hilos. (B) Mordaza para madejas
(C) Mordaza para tejidos

Mapa conceptual de la resistencia de hilos a la tracción

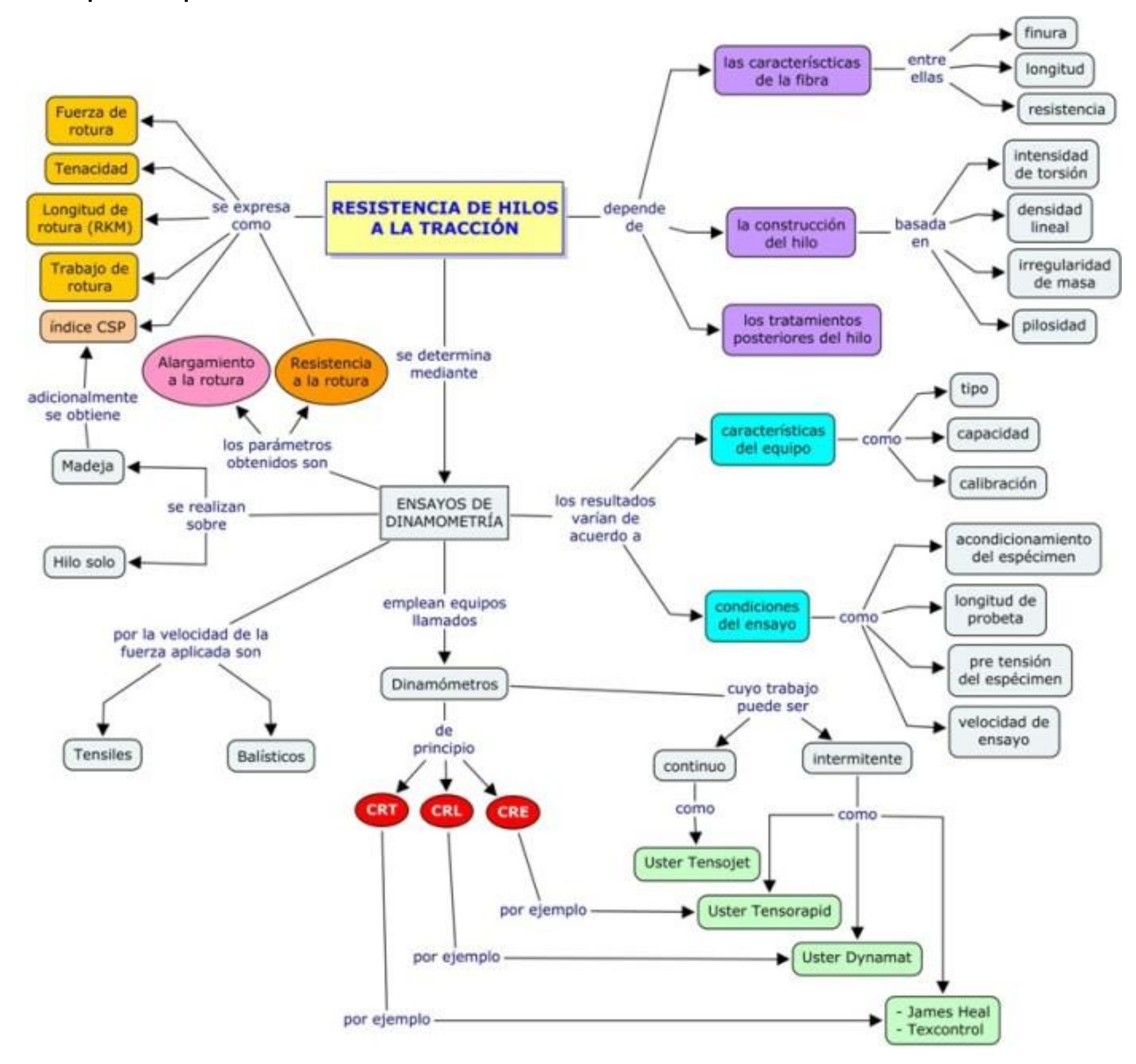


Fig. 154

APARIENCIA DE HILOS

Para evaluar el aspecto de los hilos se emplean las devanadoras de apariencia (filoplano), donde se pliegan sobre una tabla de forma rectangular o trapezoidal con acabado negro mate (para hilados crudos) o blanco (para hilados teñidos) y se califican por comparación subjetiva con patrones fotográficos.

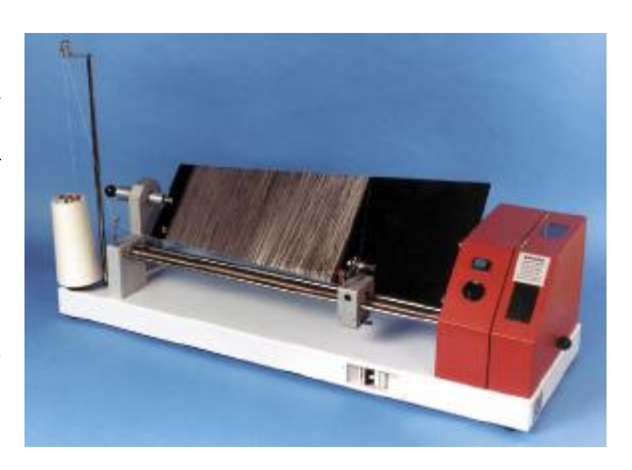


Fig. 155

Además de las partes gruesas, delgadas y neps, se observa la vellosidad, las motas, empalmes, suciedades y la presencia de fallas periódicas, que originan un efecto moaré, pues todos estos factores afectan la apariencia del hilado.

La norma ASTM D 2255 presenta 6 rangos de título y clasifica los grados de apariencia como A, B, C y D. La Norma Técnica Peruana NTP 231.023 presenta 5 series según el título del hilado y clasifica la apariencia por los grados A, B, C, D y BG.

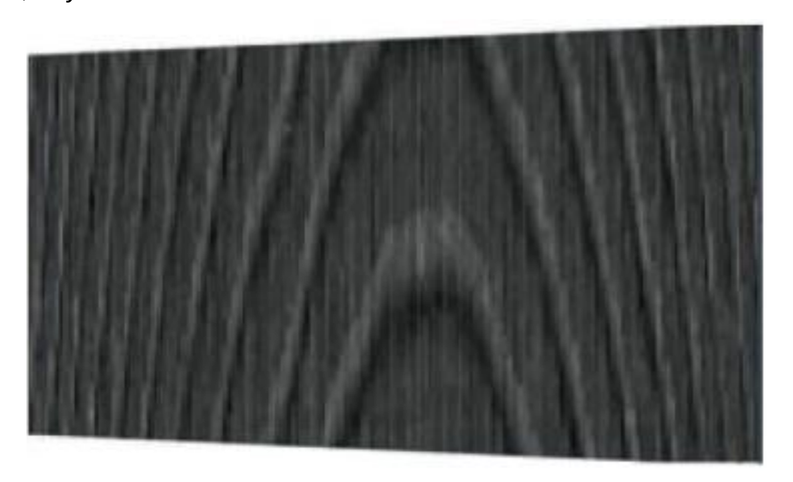


Fig. 156

Debe respetarse la densidad del plegado del hilo en el tablero de apariencia, pues con densidades inadecuadas podemos atribuir al hilo un aspecto diferente al que le correspondería si plegáramos el hilo correctamente.

La norma ASTM D 2255, por ejemplo, muestra seis series, que varían según la densidad lineal del hilo a evaluar. En la siguiente tabla se muestran además la densidad correcta de las espiras de hilo sobre el tablero trapezoidal.

Series	**Rango de densidad lineal**		**Ne del hilo en el patrón**	**Espiras (±10%)**	
	Ne	**tex**		**por pulgada**	**por cm**
1	1 – 12	590 – 50	8	20	8
2	12 – 24	50 – 25	18	22	9
3	24 – 36	25 – 16	30	26	10
4	36 – 50	16 – 12	42	32	13
5	50 – 75	12 – 8	60	38	15
6	75 – 135	8 – 4	100	48	19

Como se observa, los hilos más finos deben plegarse sobre el tablero con mayor densidad entre sí que los hilos gruesos.

La densidad de hilos por centímetro sobre el tablero de apariencia puede calcularse con la siguiente fórmula general:

$$hilos/cm = \frac{rpm_{\ tablero} \cdot espiras/cm_{\ tornillo\ \ guiahilo}}{rpm_{\ tornillo\ \ guiahilo}}$$

Explicación

En la fig. 157 se representa el esquema simple de un filoplano. Según se ve en este caso particular, son constantes:

- las espiras por centímetro del tornillo guía hilo (en realidad, **siempre son constantes** para todos los modelos de filoplanos).
- las rpm del tablero, pues recibe movimiento directamente del motor.

Y lo que varía son las rpm del tornillo guía hilo de acuerdo a la ubicación de la faja (de tres posiciones), de manera que si ésta se desplaza:

- hacia la izquierda (**a**), las rpm del tornillo guía hilo se incrementan.
- hacia la derecha (**c**), las rpm del tornillo guía hilo disminuyen

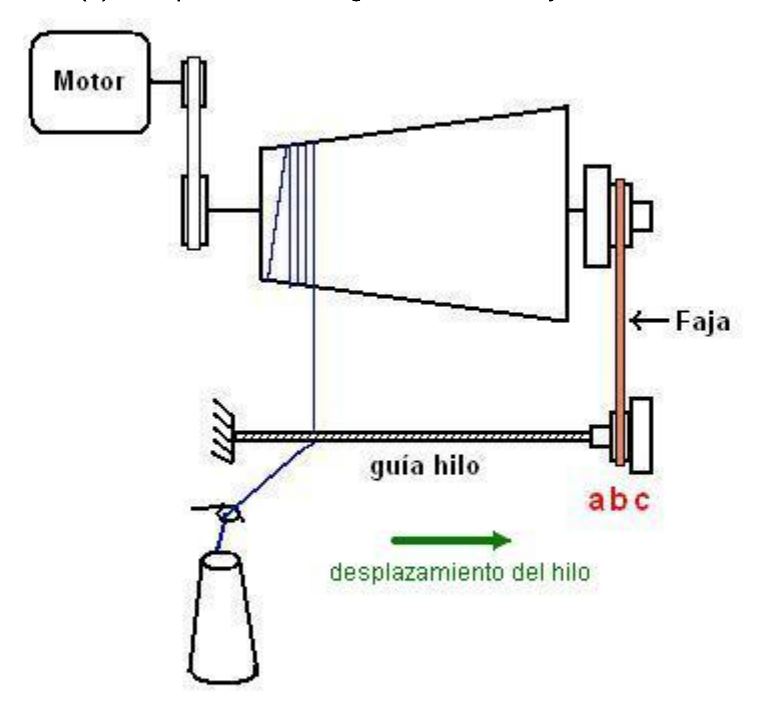


Fig. 157 En todos los filoplanos, el desplazamiento del hilo es hacia el lado mayor del tablero trapezoidal

De acuerdo a la fórmula general, la densidad de los hilos sobre el tablero está en relación inversa con la velocidad de giro del tornillo guía hilo, entonces podemos concluir lo siguiente:

- desplazando la faja a la posición **a**, la densidad de hilos/cm disminuye
- desplazando la faja a la posición **c**, la densidad de hilos/cm aumenta.[18]

[18] Este es solo un ejemplo simple, en realidad los filoplanos tienen 5 o 6 posiciones de faja. Además hay modelos donde las rpm del tornillo son constantes y las rpm del tablero son las que varían. También ocurre que el orden

Normas técnicas relacionadas al ensayo de apariencia de hilos

ASTM D 2255 *Standard Test Method for Grading Spun Yarns for Appearance*

NTP 231.023 *Método para Evaluar la Apariencia de los hilados de Algodón Mediante Patrones*

PILOSIDAD DE LOS HILOS

Se entiende como pilosidad – o vellosidad – del hilo una cantidad excesiva de fibras sobresaliendo del eje del mismo. Es generada por fibras unidas al cuerpo del hilo por un extremo, mientras que el otro se proyecta hacia afuera, pues no ha sido cogido por la torsión.

La pilosidad causa problemas en las siguientes operaciones posteriores:

- Bobinadora automática: búsqueda infructuosa de la punta del hilo en un huso
- Urdidora: generación excesiva de polvillo
- Engomadora: enganches a los costados
- Tejeduría: enganches a los costados, generación excesiva de polvillo (urdimbre); problemas en la inserción de trama, particularmente en los telares a chorro de aire.

Aunque estos problemas no siempre pueden asignarse solamente a la pilosidad, subjetivamente ésta se toma como una causa adicional.

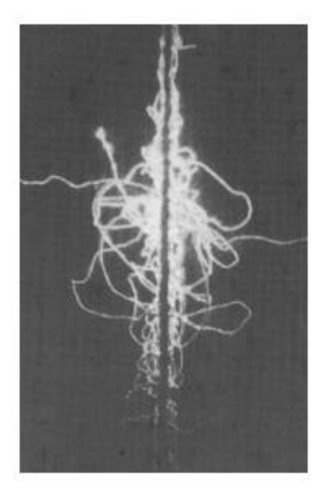




Fig. 158 Fotografías de tres hilos, las zonas centrales (oscuras) representan al cuerpo del hilo, y las zonas iluminadas, muestran la pilosidad.

Influencia de los parámetros de las fibras sobre la pilosidad del hilo

a) Longitud

Con igualdad de otros parámetros, al aumentar la longitud de las fibras disminuye la vellosidad del hilo. Es importante conocer y limitar el porcentaje de fibra corta en la floca para reducir la pilosidad.

de las poleas sea diferente al esquema planteado. Con todo, bastaría un análisis de la transmisión de movimiento para evitar dudas.

Los hilos diseñados a partir de mezclas de fibras de longitudes diferentes, especialmente cuando existe un gran contenido de fibra corta, son propensos a la pilosidad. Los hilos peinados, con menos fibras cortas, son menos vellosos.

b) Finura

La relación entre la longitud de una fibra y su finura está, normalmente, bien definida. Las fibras más gruesas, que son más rígidas, dan hilos más vellosos. Al aumentar el número de componentes en la mezcla de fibras a hilar, aumenta la pilosidad. Añadir a la mezcla desperdicios del proceso de hilatura, también aumenta la pilosidad.

c) Rigidez

Se entiende por rigidez de una fibra al cociente de la resistencia a la tracción entre su alargamiento. Las fibras más rígidas dan, en igualdad de otras características, hilos más pilosos, debido a que las fibras salientes del tren de estiraje de la continua de hilar se recogen sobre sí mismas con más dificultad, por efecto de la torsión.

d) Resistencia a la rotura por tracción

Cuando disminuye la resistencia a la rotura por tracción, las fibras se rompen con más facilidad durante el proceso de hilatura, se transforman en fibras más cortas, por lo que aumenta la pilosidad.

e) Coeficiente de fricción interfibrilar

Los productos químicos de ensimaje aplicados en la producción de fibras químicas y durante el proceso de hilatura tienen como principal misión regular la fricción interfibrilar para que las operaciones de estirado se realicen en buenas condiciones. Existen productos con carácter lubricante y otros productos químicos con carácter cohesionante. En cada caso, el técnico textil elige la composición del ensimaje más conveniente.

El perfil seccional de las fibras también condiciona la fricción interfibrilar. Simplificando el fenómeno podemos decir que al aumentar la fricción interfibrilar, normalmente, disminuye la vellosidad, ya que las fibras que salen del tren de estiraje de la continua de hilar quedan más unidas por la torsión.

Influencia de los parámetros de las fibras sobre la pilosidad del hilo

Los ajustes inadecuados en las máquinas del proceso de hilatura pueden romper fibras, con lo que aumentan la pilosidad.

La mayor influencia en la pilosidad se debe a un trabajo incorrecto en la continua de hilar, bobinadora y/o retorcedora de doble torsión. En fibras con baja resistencia a la tracción, los ecartamientos demasiado cerrados – para obtener una buena regularidad de masa – provocan roturas de fibras y aumentan la pilosidad.

Cuando se trabaja con estirajes altos las cintas salen del tren de estiraje con las fibras de sus extremos desviadas del sentido de marcha, aumentando la pilosidad. Un estroboscopio resulta muy útil para corroborar este extremo.

La tensión de plegado del hilo en la husada debe ser la adecuada para que el hilo no vibre. Un exceso de vibración aumenta la pilosidad, ya que se descontrola el efecto de la torsión. La longitud del *aguller* influye también un papel importante: a menor *aguller* en la continua de hilar, menor vellosidad. La inclinación adecuada del tren de estiraje puede ayudar a repartir mejor la torsión en el hilo. En el mismo sentido influye la diferencia entre los diámetros de plegado de la husada en la continua de hilar. Al aumentar la diferencia entre el diámetro máximo y mínimo, aumenta la pilosidad.

Al aumentar la velocidad de los husos, normalmente, aumenta la pilosidad. Aros y cursores inadecuados y/o en mal estado de conservación, velocidades excesivas del cursor en la continua de hilar, temperatura y humedad relativa del aire de la sala de hilatura, fricciones excesivas del hilo con los órganos de la bobinadora y/o retorcedora son causas frecuentes de pilosidad.

IRREGULARIDAD

Debido a su estructura, los hilados de fibra cortada tienen una cierta irregularidad, esta se debe en gran parte al traslape no homogéneo de las fibras, trayendo como consecuencia de que haya una variación en la cantidad de fibras por sección en el material. No ocurre lo mismo en los hilos hechos a base de filamentos, donde el número de fibras/sección se mantiene constante, dando origen a una mayor regularidad.

Durante el tejido, ya sea de calada o de punto, los hilos irregulares de masa aumentan los paros, al propio tiempo que dan lugar a tejidos defectuosos de menor valoración comercial. La tendencia de los fabricantes de maquinaria a construir telares y tricotosas cada vez más veloces y automatizados exige que los hilos sean muy regulares de masa con el fin de tener un nivel de roturas aceptable, una producción elevada, poco desperdicio y ocupar el mínimo de personal para atender a las máquinas. Dicho de otro modo: regularidad de masa a corto periodo para tener costes competitivos.

TIPOS DE IRREGULARIDADES DE MASA EN LOS HILADOS

Según su gravedad y frecuencia, se clasifican de tres formas:

- Variaciones de la sección transversal de corto periodo
- Imperfecciones, y
- Defectos

1. Variaciones de la sección transversal de corto período

Aparte de la inevitable irregularidad accidental, son aquellas dadas en una pequeña longitud de hilo y no son apreciables a simple vista, aunque su frecuencia es altísima. Las condiciones esenciales para lograr la irregularidad mínima son el perfecto funcionamiento de las máquinas, un sistema de hilatura adecuado para la fibra que se trabaja y un buen ajuste del mecanismo de estiraje.

2. Imperfecciones

Además de las frecuentes y características variaciones de sección transversal de corto período, aparecen en el hilado un gran número de partes gruesas o delgadas y botones (neps) que se pueden agrupar bajo el concepto de imperfecciones. Como la frecuencia de estas imperfecciones es relativamente grande, su eliminación no se justifica. Su origen tiene diversas causas:

- ❒ Las partes gruesas en forma de botones se deben a la materia prima o a la máquina.
- ❒ Las partes delgadas con una reducción de sección desde -30% hasta -70% y las partes gruesas con un aumento de sección desde +40% hasta +100%, por lo regular están en relación directa con la irregularidad del hilado. Mientras mayor sea la irregularidad, más frecuente es en general la aparición de las partes gruesas y delgadas. Su origen debe atribuirse a la instalación de estiraje y en parte a las operaciones de preparación de la hilatura.

Es cierto que la aparición de estas imperfecciones no puede evitarse ni con máquinas en óptimas condiciones, pero en cambio se puede rebajar mucho su frecuencia.

Hay un capítulo más adelante donde se explica mejor el concepto de las imperfecciones.

3. Defectos de los hilados

Las partes defectuosas que son más difíciles de someter a control durante el proceso de hilatura, son los defectos de los hilados que aparecen raramente. Se trata por una parte de grosores en el hilado que tienen una sección varias veces superior a la del hilo normal, y de diferentes longitudes, y por otra parte de largas partes delgadas, cuya sección se reduce hasta menos de la mitad del hilo normal. Así como la irregularidad sólo se puede corregir durante la fabricación del hilado, hay la posibilidad, en el caso de los defectos poco frecuentes, de purgarlos sustituyéndolos por nudos o empalmes. Pero esto significa únicamente el cambio de un gran inconveniente por otro más pequeño.

Los defectos de hilados también se explican más adelante en un capítulo aparte.

EXPRESIONES DE LA IRREGULARIDAD

IRREGULARIDAD DE MASA – U%

La irregularidad U, que deriva de la palabra inglesa *unevenness* (desigualdad) puede ser descrita gráficamente de la siguiente manera:

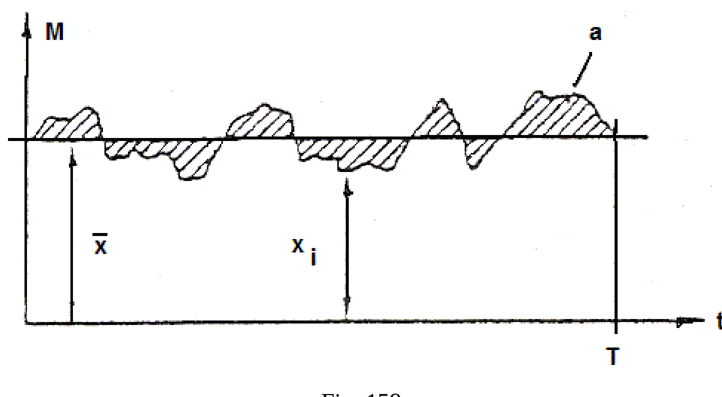


Fig. 159

Donde:

x_i : Valor instantáneo de masa

$\bar{x}$: Valor promedio de masa

M : Masa

T : Tiempo de evaluación

a : Área entre los valores instantáneos x_i y el valor promedio $\bar{x}$ (área sombreada)

La irregularidad U (expresada como porcentaje) puede calcularse por la fórmula $U = \frac{a}{\bar{x}T} \cdot 100$

En la forma gráfica la irregularidad U se puede representar por una relación entre dos áreas. Por lo tanto, la irregularidad U es proporcional a la intensidad de las variaciones de masa alrededor del valor promedio.

La irregularidad U es independiente del tiempo de evaluación o de la longitud del material analizado con una distribución homogénea de las variaciones de masa. Esta relación es fácilmente reconocible

(particularmente en la representación gráfica) porque con un incremento del tiempo de evaluación, no sólo el área a será mayor, sino también el producto $\overline{x}T$.

Como valor estadístico se determina por la fórmula:

$$U = \frac{DM}{\overline{\overline{x}}} \cdot 100$$

COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE MASA– CVm

El coeficiente de variación de masa CVm puede ser representado gráficamente de la siguiente manera:

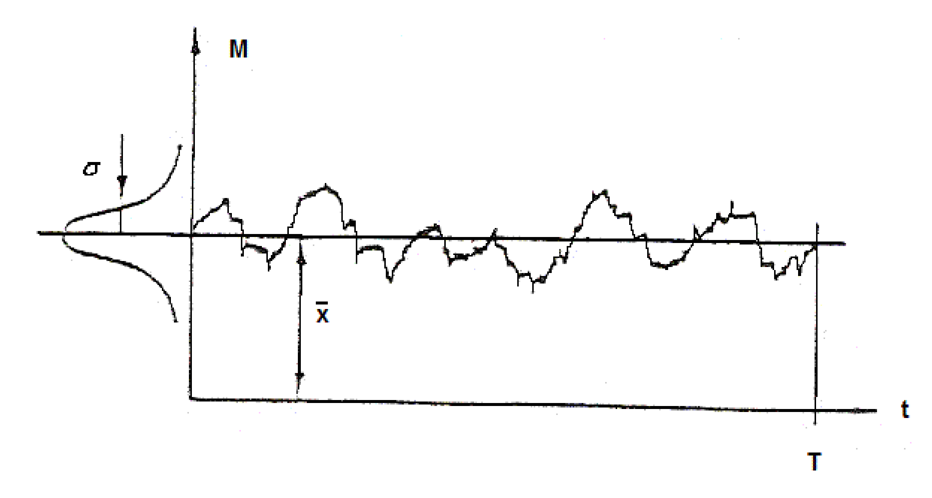


Fig. 160

Donde, M : Masa

$\overline{x}$: Valor promedio de masa

σ : Desviación estándar

Las variaciones de masa pueden conformar una distribución normal, cuando se cuenta con una composición de fibras homogénea. Como medida del tamaño de estas variaciones de masa tenemos la desviación estándar (s ó σ) que es definida como la distancia comprendida del valor promedio hasta el punto de inflexión de la distribución normal de la curva.

La desviación estándar se relaciona con el valor promedio de la siguiente manera:

$$CV = \frac{\sigma}{\overline{\overline{x}}} \cdot 100$$

El coeficiente de variación puede ser determinado con mucha precisión por valores electrónicos, mientras que el cálculo de la irregularidad U se basa en métodos de aproximación.

La tendencia mundial es trabajar con el coeficiente de variación CV, ya que se puede calcular desde el momento inicial del ensayo.

Conversión del coeficiente de variación CVm a la irregularidad Um y viceversa

$$\frac{CV_m}{U_m} = \sqrt{\frac{\pi}{2}} = 1{,}25$$ o $$CV_m = 1{,}25 \cdot U_m$$

CV DE MASA LÍMITE

Se conoce como irregularidad límite a la irregularidad al valor mínimo que teóricamente, puede presentar este material textil para un grosor dado, se calcula con la fórmula:

$$CV_{límite} = \frac{K}{\sqrt{n}}$$

Donde: K : Constante de Huberty

$\sqrt{n}$: Número de fibras en la sección del hilo

El valor de la constante K varía según el material, de tal modo:

Material	K
Fibras químicas	100
Algodón	106
Lana	112

<u>Número de fibras en la sección de un material textil</u>

En una cinta, mecha o hilo, se cumple que:

$$tex_{material} = tex_{fibra} \cdot fibras/sección$$

Por lo tanto: $$fibras/sección = \frac{tex_{material}}{tex_{fibra}}$$

Para algodón

$$fibras/sección = \frac{15000}{Mc \cdot Ne}$$

Donde:

Ne : Número inglés del material

Mc : Micronaire de las fibras de algodón

Para lana (Para un peso específico de 1,32 g/cm^3)

$$fibras/sección = \frac{965 \cdot tex}{\mu^2}$$

Donde:*-+

tex : Título tex del material

μ : Diámetro promedio de las fibras de lana, en micras

Para fibras manufacturadas

$$fibras / \text{sección} = \frac{dtex_{material}}{dtex_{fibra}}$$

CV límite en mezclas

Los valores de la irregularidad límite pueden ser calculados para hilos de mezcla, particularmente mezclas de fibras naturales con sintéticas. Las reglas básicas son aplicadas solamente si la diferencia entre las finuras de las fibras componentes no es demasiado grande; bajo esta condición, el cálculo es relativamente sencillo.

- *Primero se determina el título tex de cada componente de la mezcla*

$$T_1 = \frac{T_H \cdot \%_1}{100},\ T_2 = \frac{T_H \cdot \%_2}{100},\ \ldots,\ T_n = \frac{T_H \cdot \%_n}{100}$$

Donde:

T_1, T_2, T_n : tex de cada componente del hilo, mecha o cinta

T_H : tex total del hilo, mecha o cinta

$\%_1$, $\%_2$, $\%_n$: porcentaje de la fibra componente de la mezcla

- *A continuación se calcula el número de fibras para cada componente de la mezcla, con las fórmulas mostradas anteriormente.*

- *Luego se halla el coeficiente de variación límite para cada componente de la mezcla*

$$CV_{lím\,1} = \frac{K_1}{\sqrt{n_1}},\ CV_{lím\,2} = \frac{K_2}{\sqrt{n_2}},\ \ldots,\ CV_{lím\,n} = \frac{K_n}{\sqrt{n_n}}$$

Donde:

$CV_{lím\ 1}$, $CV_{lím\ 2}$, $CV_{lím\ n}$: Coeficientes de variación límite de cada componente de la mezcla

K_1, K_2, K_n : Constante de Huberty, que varía de acuerdo a cada componente (tipo de fibra)

n_1, n_2, n_n : Número de fibras por sección de cada componente de la mezcla.

- *Por último, se calcula el coeficiente de variación límite de toda la mezcla, con la fórmula:*

$$CV_{lím\,H} = \frac{\sqrt{(CV_{lím\,1} \cdot T_1)^2 + (CV_{lím\,2} \cdot T_2)^2 + \ldots + (CV_{lím\,n} \cdot T_n)^2}}{T_H}$$

Ejemplo: Determinar el CV límite para un hilado 28 Ne, mezcla 40% algodón / 60% viscosa, la finura del algodón es 4,2 micronaire y la de la viscosa, 1,44 decitex.

- Convertir 28 Ne a título tex

$$tex = \frac{590,5}{28} = 21,09$$

- Calcular el tex para cada componente de la mezcla

$$tex_{CO} = \frac{21,09 \cdot 40}{100} = 8,436 \Rightarrow Ne_{CO} = \frac{590,5}{8,436} = 69,99$$

$$tex_{CV} = \frac{21,09 \cdot 60}{100} = 12,654 \Rightarrow dtex_{CV} = 12,654 \cdot 10 = 126,54$$

- Calcular las fibras por sección para cada componente

$$Fibras / \text{sección}_{CO} = \frac{15000}{4,2 \cdot 69,99} = 51,028$$

$$Fibras / \text{sección}_{CV} = \frac{126,54}{1,44} = 87,875$$

- Calcular el CV límite para cada componente de la mezcla

$$CV_{lím\ CO} = \frac{106}{\sqrt{51,028}} = 14,839$$

$$CV_{lím\ CV} = \frac{100}{\sqrt{87,875}} = 10,668$$

- Calcular el CV límite para el hilo mezclado

$$CV_{lím\ Hilo} = \frac{\sqrt{(14,839 \cdot 8,346)^2 + (10,668 \cdot 12,654)^2}}{21,09} = \frac{\sqrt{33560,98}}{21,09} = \frac{183,197}{21,09} = 8,69$$

Respuesta: El CV masa límite para el hilo mencionado es 8,69%

Ejercicio:

Se requiere elaborar un hilo lana/poliéster 70/30 de 30 Nm. Si la finura de la lana es 27,5 micras y del poliéster, 4 denier; determine el coeficiente de variación límite del hilo resultante de la mezcla.

ÍNDICE DE IRREGULARIDAD – I

El índice de irregularidad I (Index), también llamado índice Monfort, nos muestra la relación entre la irregularidad efectiva (real o medida) y la irregularidad límite de un material textil.

La irregularidad medida siempre será mayor que la irregularidad límite del material. Como el límite de irregularidad representa el *caso ideal*, se puede tomar como punto de referencia para la irregularidad medida. Cuando calculamos la relación entre estos dos valores obtenemos el así llamado **índice de irregularidad (I)**.

$$I = \frac{CV_{efectivo}}{CV_{límite}} \quad \text{o} \quad I = \frac{U_{efectivo}}{U_{límite}}$$

Donde, $CV_{efectivo}$: Coeficiente de variación real (medido)

$CV_{límite}$: Coeficiente de variación límite

$U_{efectiva}$: Irregularidad U real (medida)

$U_{límite}$: Irregularidad U límite

El valor del índice de irregularidad (Index) nos da la medida de la irregularidad del material hilado o el grado de desviación en que el material se aleja del *caso ideal* donde $I = 1$. También puede indicar que tan bien está operando una máquina de hilatura o si su desempeño ha ido empeorando con el tiempo.

También se puede emplear para comparar el nivel de calidad de dos hilos de la misma densidad lineal obtenidos con materias de finuras distintas.

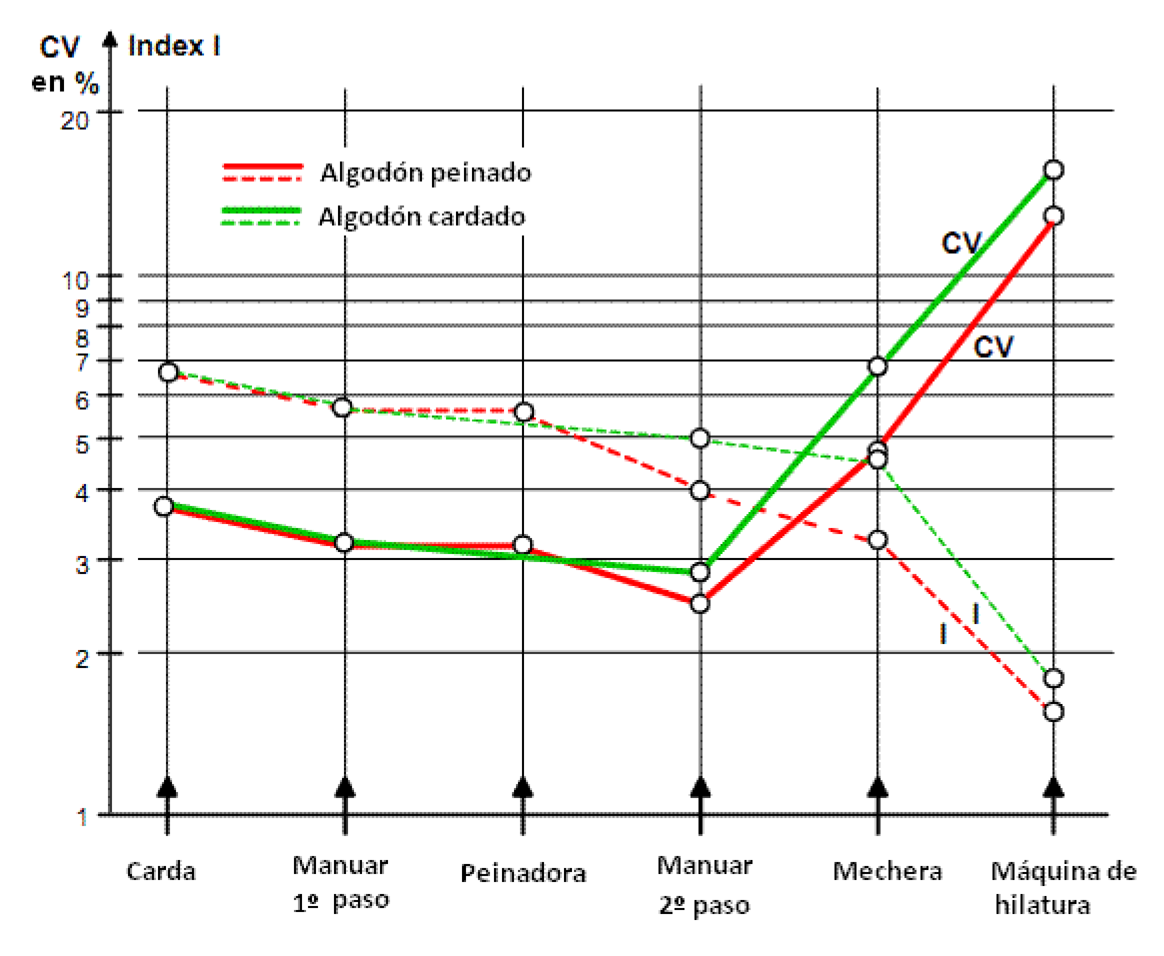


Fig. 161

En la fig. 161 se observa el índice I relativamente alto que, en los procesos previos a la hilatura, es bastante evidente. El CV en esta etapa es relativamente bajo, pero a medida que el material se vuelve más fino en ambos casos, por ejemplo, en la mechera y la continua, el valor del CV aumenta. En esta comparación, la diferencia en los dos procesos de hilatura (cardado y peinado) es bastante evidente, dado que hay una irregularidad muy inferior con material peinado.

Ejercicio 1

- Un hilo de algodón Nec 6 tiene un CVm = 9,3%. La finura de la fibra es 4,5 Micronaire (µg/pulgada). Determinar el CV límite y el índice I del hilo en cuestión.

Ejercicio 2

- Calcular el CV límite y el índice I de un hilado 10 Nm, compuesto de fibras de lana con una finura promedio de 24 micras, si el CVm efectivo (real) determinado en un regularímetro arrojó 13,5%.

Otros conceptos a tener en cuenta

CV INTER Y CV INTRA

Si se desea saber la variación que existe **entre** los valores promedio de cada bobina (prueba parcial) en un ensayo, se emplea el llamado coeficiente de variación INTER o CV_b, (por *between*).

En cambio, si lo que se quiere conocer es la variación en los ensayos realizados **dentro de** una bobina, se calcula el coeficiente de variación INTRA o CV_W, (por *within*).

A manera de ejemplo, se tiene un cuadro de los valores de resistencia, en centinewtons, obtenidos de un hilo 21 tex. Para la prueba se tomaron 4 husos y se realizaron 3 análisis dentro de cada uno.

		Resistencia (cN)					
		Análisis dentro de cada canilla			$\bar{x}$	σ_w	$CV_w\%$
		1	**2**	**3**			
Pruebas parciales	Huso 1	380	370	360	370	10,0	2,7
	Huso 2	350	360	355	355	5,0	1,4
	Huso 3	352	366	380	366	14,0	3,8
	Huso 4	375	370	380	375	5,0	1,3
				$\bar{\bar{x}}$	366,5		
				σ_b	8,5		
				$CV_b\%$	2,32		

Observando los valores de los CV INTRA de las canillas podemos observar que el huso 3 tiene una alta dispersión de sus valores de resistencia, o sea partes resistentes y también débiles. Mientras el huso 4 tiene mayor homogeneidad en su resistencia, es decir que sus valores tienen más cercanía entre ellos. Como se ha visto, el valor del CV INTRA se calcula tomando los valores de los ensayos realizados a cada prueba parcial (huso).

Si se toman los valores promedio de cada prueba parcial (huso), puede hallarse el promedio general de resistencia para los 4 husos (promedio de promedios), su desviación estándar y, por lo tanto, el CV INTER, que tiene el valor de 2,32%.

CV TOTAL DE LA DENSIDAD LINEAL DE UN HILO

Si se realiza un ensayo de densidad lineal que contiene varias **pruebas parciales** y varios análisis **dentro de**, puede calcularse el CV total del título del hilo con la fórmula:

$$CV_T = \sqrt{CV_b^{\ 2} + \overline{CV_W}^{\ 2}}$$

Donde:

CV_T : Coeficiente de variación total del título

CV_b : Coeficiente de variación de título *INTER* (*between*)

CV_W : Coeficiente de variación de título *INTRA* (*within*)

Ejemplo: Se tomaron 5 husos de una continua y se realizaron a cada uno 5 ensayos para determinar la densidad lineal, los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Canilla 1: 30,9 – 30,9 – 30,4 – 30,1 – 30,3

Canilla 2: 31,1 – 31,4 – 30,5 – 31,2 – 30,6

Canilla 3: 30,6 – 31,3 – 30,6 – 31,2 – 31,4

Canilla 4: 31,4 – 30,5 – 30,7 – 30,5 – 31,3

Canilla 5: 31,5 – 31,3 – 30,9 – 30,8 – 31,5

		Densidad lineal (Ne)							
		Análisis dentro de cada canilla					$\bar{x}$	σ_w	$CV_w\%$
		1er	**2do**	**3ro**	**4to**	**5to**			
Pruebas parciales	Canilla 1	30,9	30,9	30,4	30,1	30,3	30,52	0,36	1,19
	Canilla 2	31,1	31,4	30,5	31,2	30,6	30,96	0,39	1,26
	Canilla 3	30,6	31,3	30,6	31,2	31,4	31,02	0,39	1,26
	Canilla 4	31,4	30,5	30,7	30,5	31,3	30,88	0,44	1,42
	Canilla 5	31,5	31,3	30,9	30,8	31,5	31,20	0,33	1,06
						$\bar{\bar{x}}$	30,92		1,24
						σ_b	0,25		
						$CV_b\%$	0,81		

$$CV_T = \sqrt{0{,}81^2 + 1{,}24^2} = 1{,}48\%$$

Ejercicio:

Se muestrearon 3 canillas de un hilado y se determinó su densidad lineal (Ne) con 3 ensayos por huso, obteniéndose los siguientes valores:

Huso 1 : 20,21 ; 19,85 ; 20,37

Huso 2 : 19,66 ; 19,51 ; 20,03

Huso 3 : 20,17 ; 19,91 ; 19,65

Calcular:

- CV_b
- CV_w
- CV_T

EFECTO DEL ESTIRAJE EN LA IRREGULARIDAD

Como ya se sabe, toda máquina de hilandería estira la masa de fibras que ingresa a ella, por lo que añade irregularidad de la masa de fibras. Por lo tanto, es de esperarse que el CV del material a la salida sea mayor al CV del material entrante.

Matemáticamente, las irregularidades de alimentación (CV_{alim}) y de la máquina (CV_{maq}) proveen un valor resultante de irregularidad del material de salida (CV_{salida}) de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$CV_{salida}^{\ 2} = CV_{\text{alim}}^{\ 2} + CV_{maq}^{\ 2}$$

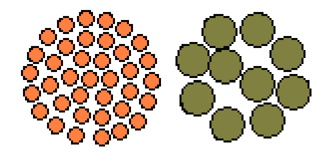
Ejemplo: Una cinta de manuar con un CV de 4% ingresa a la mechera, obteniéndose una mecha con un CV de 8,4%, el hilo producido con ésta tiene un CV de 14,5%. Calcular la irregularidad añadida por la mechera y por la continua de hilar.

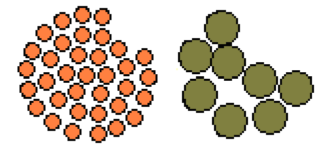
La irregularidad aportada por la máquina mechera es determinada por la fórmula mencionada líneas arriba:

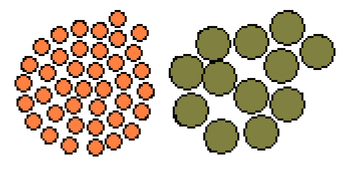
$$CV_{mechera} = \sqrt{CV_{mecha}^{2} - CV_{\text{cinta de manuar}}^{2}} = \sqrt{8{,}4^2 - 4^2} = 7{,}39\%$$

De manera similar, la irregularidad producida por la máquina continua es calculada de acuerdo a lo siguiente:

$$CV_{continua} = \sqrt{CV_{hilo}^{2} - CV_{mecha}^{2}} = \sqrt{14{,}5^2 - 8{,}4^2} = 11{,}8\%$$


Fig. 162 n fibras/sección


Fig. 163 n – 2 fibras/sección


Fig. 164 n + 2 fibras/sección

Para un mismo título de hilo, hay más fibras por sección en el hilo que presenta fibras más finas. Una natural oscilación en el número de fibras hará más pronunciada la irregularidad en el hilo con fibras más gruesas, por tener menos fibras en su sección

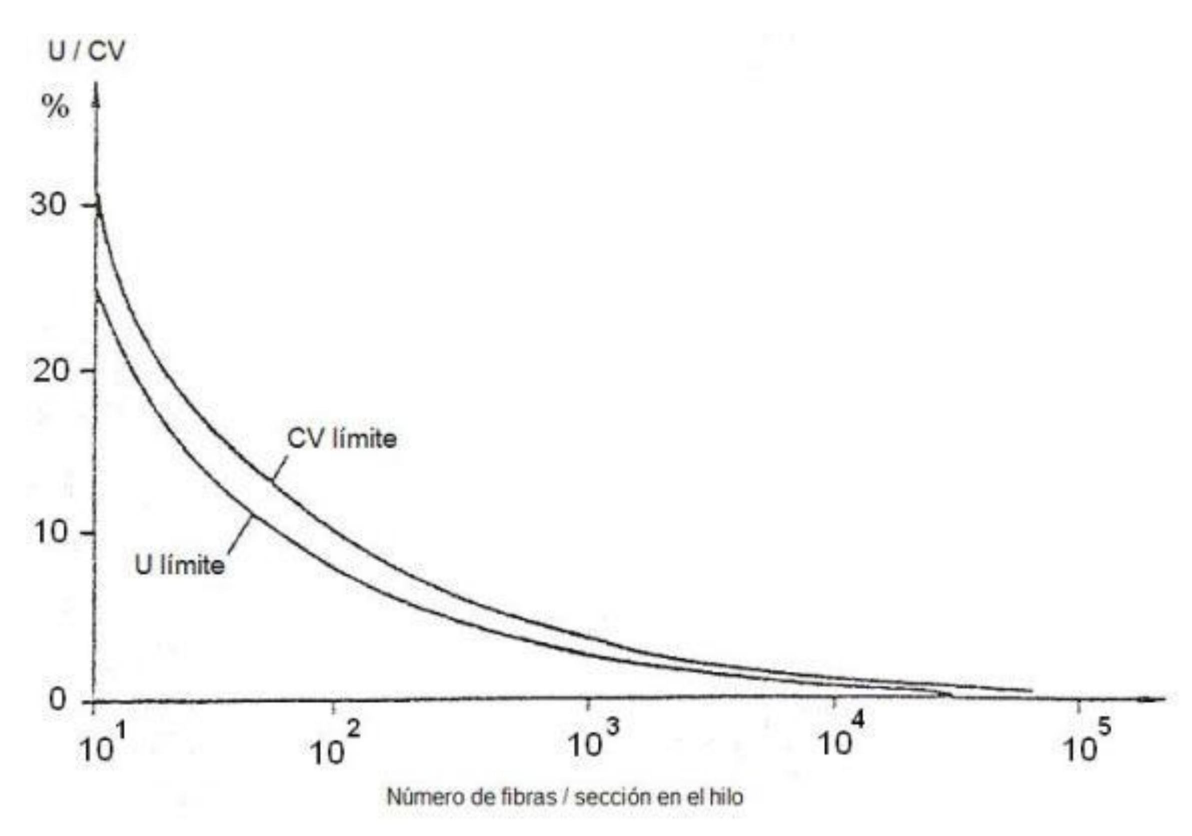


Fig. 165 Relación entre el número de fibras por sección y el límite de irregularidad

EFECTO DEL DOBLAJE EN LA IRREGULARIDAD

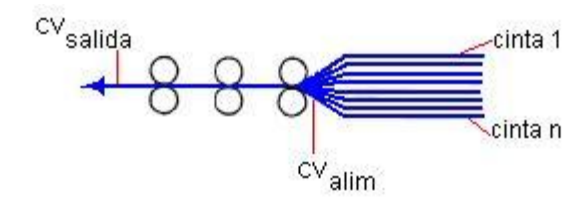


Fig. 166

En un manuar, un número de cintas **n** es simultáneamente alimentado con el propósito de uniformizar las variaciones de masa individuales de las cintas. Al ingreso del manuar, la siguiente ley del doblaje puede ser aplicada:

$$CV_{\text{alim}} = \frac{\overline{x_{CV}}}{\sqrt{n}}$$

Donde:

CV_{alim} : CV resultante de las **n** cintas al ingreso del sistema de estiraje

$\overline{x_{CV}}$: Media aritmética de los CV de las cintas de ingreso (alimentación) = $\frac{CV_1 + CV_2 + ... + CV_n}{n}$

n : Número de cintas en el doblaje.

Desafortunadamente, el estiraje que se aplica a continuación produce un incremento en el coeficiente de variación de la masa estirada CV_{salida} que puede afectar negativamente al valor CV_{alim} obtenido en la alimentación (previo al estiraje).

Ejemplo: Un manuar es alimentado con 8 cintas de algodón de 4 ktex. La suma de todos los CVm de todas las cintas individuales $CV_1 + CV_2 + ... + CV_8 = 22{,}4\%$; el valor promedio $\overline{x_{CV}}$ es 2,8%. El coeficiente de variación obtenida a la salida del manuar es 2,5% ¿Cuál sería el CV producido por la máquina?

$$CV_{alim} = \frac{\overline{x_{CV}}}{\sqrt{n}} = \frac{2{,}8}{\sqrt{8}} = 0{,}99$$

$$CV_{salida} = \sqrt{CV_{maq}{}^2 + CV_{alim}{}^2} \quad \text{o} \quad CV_{maq} = \sqrt{CV_{salida}{}^2 - CV_{alim}{}^2}$$

$$CV_{maq} = \sqrt{6{,}25 - 0{,}98} = \sqrt{5{,}27} = 2{,}3\%$$

Ejercicios

a) En un manuar se doblan 8 cintas, si el CV masa de cada cinta es 3,2% ¿Cuál sería el CV masa de las 8 cintas reunidas ANTES del estiraje?

b) Un manuar se alimenta con 6 cintas (D = 6). La suma de todos los CV masa de todas las cintas individuales $CV_1 + CV_2 + \ldots + CV_6 = 17,4\%$. Si el CV masa de la cinta obtenida a la salida del manuar es 2,6% ¿Cuál será la irregularidad (CV) añadida al material por la máquina?

c) En un manuar 1er paso ingresan 8 cintas con CV masa 4% (cada una), y la cinta a la salida de esta máquina tiene 2,5% de CVm. ¿cuál sería el CVm de la cinta a la salida del manuar, si se alimentase con cintas más irregulares, de 4,5% de CVm?

MEDICIÓN Y/O EVALUACIÓN DE LA IRREGULARIDAD

- **Método gravimétrico.** Se realiza midiendo, cortando y pesando, es muy empleado en la determinación de la irregularidad de napas de los batanes. Puede emplearse si el espécimen es otro (cinta, mecha o hilo), aunque teniendo cuidado si la densidad lineal es baja, pues requiere mayor exactitud en la pesada y una mayor cantidad de pruebas sobre la muestra.
- **Método visual.** Empleado en la evaluación de hilos, conocido como ensayo de apariencia. (tratado anteriormente).
- **Método táctil.** Utilizado para cintas y mechas, consiste en torcer el material a controlar y luego con ayuda de los dedos y la palma, palpar el material observando las diferencias de grosor (efecto de salchicha) a lo largo de la muestra. Por ser un ensayo basado en una evaluación subjetiva (sentido del tacto), no está estandarizado.
- **Método electrónico.** Basado en dispositivos de medición electrónicos con principio capacitivo (USTER) u óptico (ZWEIGLE).

MÉTODO ELECTRÓNICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA IRREGULARIDAD

En esta forma de la evaluación de la irregularidad, se emplean los regularímetros. Éstos pueden operar bajo dos principios: óptico y capacitivo.

Medición de la irregularidad bajo el principio capacitivo

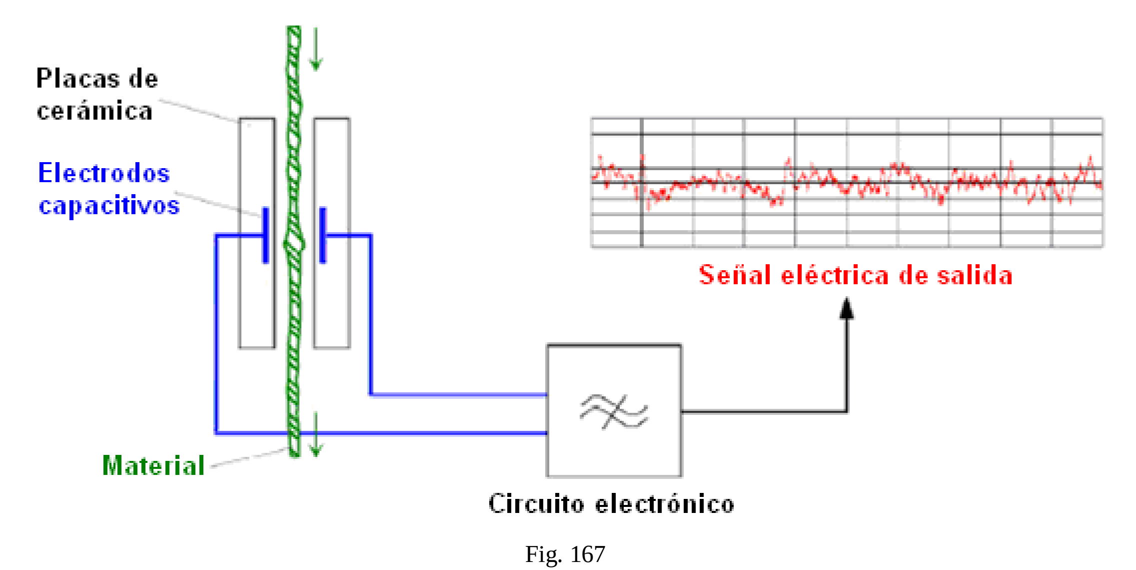


Fig. 167

Un campo eléctrico de alta frecuencia es generado en medio de un par de electrodos capacitantes, dentro de dos placas de cerámica. Si la masa entre los platos capacitantes varía, la señal eléctrica es alterada y la señal de salida del sensor cambia como consecuencia.

El resultado es una variación de señal eléctrica proporcional a la variación de masa del material que pasa. Esta señal análoga es entonces convertida en una señal digital, almacenada y procesada directamente en una computadora.

Este principio de medición es sensible a la variación de la humedad en el material de ensayo y a la humedad en el aire, ya que las moléculas de agua también tienen cierta masa. Por tal razón, es necesario un clima estable en el laboratorio para la determinación de la irregularidad.

Los regularímetros TESTER, de la marca *Zellweger Uster* actúan bajo este principio de medición.



Fig. 168 Equipo USTER TESTER 5

Medición de la irregularidad bajo el principio óptico

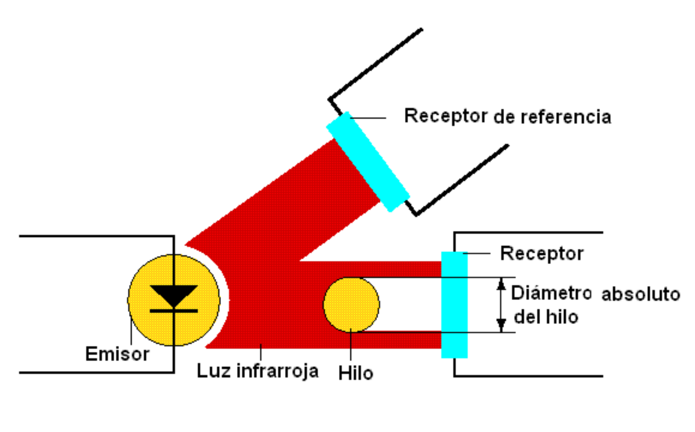


Fig. 169

El principio óptico de medición trabaja con una luz infrarroja que es emitida sobre dos receptores, el hilo proyecta una sombra sobre uno de ellos (receptor de medición) y se compara su diámetro con un valor medio de referencia, registrándose las irregularidades según la longitud y el diámetro.

Este principio *ve* las irregularidades en el hilado tal como lo hace el ojo humano: lo grueso, grueso y lo delgado, delgado, independientemente de si tienen mayor o menor cantidad de fibras (masa) que el hilo normal.

Este sistema de medición no sufre alteraciones por humedad, temperatura, contaminación, luces externas o variaciones en la fuente de luz. Asimismo se logra un ahorro de tiempo debido a que no es necesario definir el acondicionamiento del hilo.

El regularímetro OASYS (Optical Assessment Systems through Yarn Simulation), del fabricante *Zweigle Textilprüfmaschinen*, emplea este principio de medición (fig.170).



Fig. 170 Equipo OASYS

EQUIPO DE REGULARIMETRÍA USTER TESTER 4

El Uster Tester 4 es una instalación de análisis para laboratorios textiles para determinar variaciones de masa en hilos, mechas y cintas.

El equipo regularímetro Uster provee información sobre la calidad de los diferentes materiales textiles (cintas, mechas e hilos) a través de los diagramas de variación de masa y los siguientes valores numéricos, conocidos como valores individuales:

- Irregularidad de masa - *Um*
- Coeficiente de variación de masa - *CVm*
- Coeficiente de variación entre bobinas (o Inter) - CV_b
- Índice de regularidad - *I*
- Imperfecciones: Partes gruesas (*thick*), partes delgadas (*thin*), neps





Fig. 171 Uster Tester I



Fig. 172 Uster Tester II


Fig. 173 Uster Tester III



Fig. 174 Uster Tester IV


Fig. 175 Uster Tester V

Versiones

Se fabrican dos versiones básicas de este equipo; una apropiada para cintas, mechas e hilos de fibra cortada y otra para hilos de filamento. Cada versión básica está disponible en diferentes presentaciones.

La instalación para filamentos continuos (tipo C) se diferencia de la instalación para conjuntos de fibras discontinuas (tipo S) por el sensor de medición, la colocación de los dispositivos de transporte del material a analizarse y la presentación de los resultados de análisis. Además, para ambos tipos de instalación, los accesorios disponibles son diferentes.

USTER TESTER 4-S (Tipo S) para cintas, mechas e hilos sencillos y retorcidos de fibra cortada.

VERSIÓN ESTÁNDAR	Uster Tester 4-SX/A	Versión automática
	Uster Tester 4-SX/M	Versión manual
VERSIÓN CON FUNCIONALIDAD REDUCIDA	Uster Tester 4-SE/A	Versión automática
	Uster Tester 4-SE/M	Versión manual

USTER TESTER 4-C (Tipo C) para hilos de filamento

VERSIÓN ESTÁNDAR	Uster Tester 4-CX/A	Versión automática
	Uster Tester 4-CX/M	Versión manual

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA USTER TESTER 4-SX/M

COMPOSICIÓN MECÁNICA

La instalación UT4-SX/M se compone básicamente de las siguientes unidades funcionales:

- **CONTROL UNIT**

  La caja de la CONTROL-UNIT contiene la alimentación eléctrica para toda la instalación. La computadora personal incorporada es usada para el mando del proceso de medición, del cálculo, presentación y memorización de los resultados de medición.

- **TEST-UNIT**

  La TEST-UNIT se compone de diferentes módulos, dependiendo de la versión del sistema y de las opciones instaladas. La misma contiene los siguientes componentes de sistema:

  BASE*:* Módulo básico de la TEST-UNIT con aspiración integrada del hilo.

  CONVEYOR*:* Para el transporte del hilo a analizarse mediante velocidades pre seleccionables.

  SENSOR*:* Un módulo capacitivo para la medición de la irregularidad de masa e imperfecciones.

- **Pantalla, teclado, ratón, impresora**

  El diálogo con el usuario se realiza por medio de pantalla, teclado y ratón. Con la impresora pueden imprimirse los informes que sirven de documentación de las mediciones realizadas.

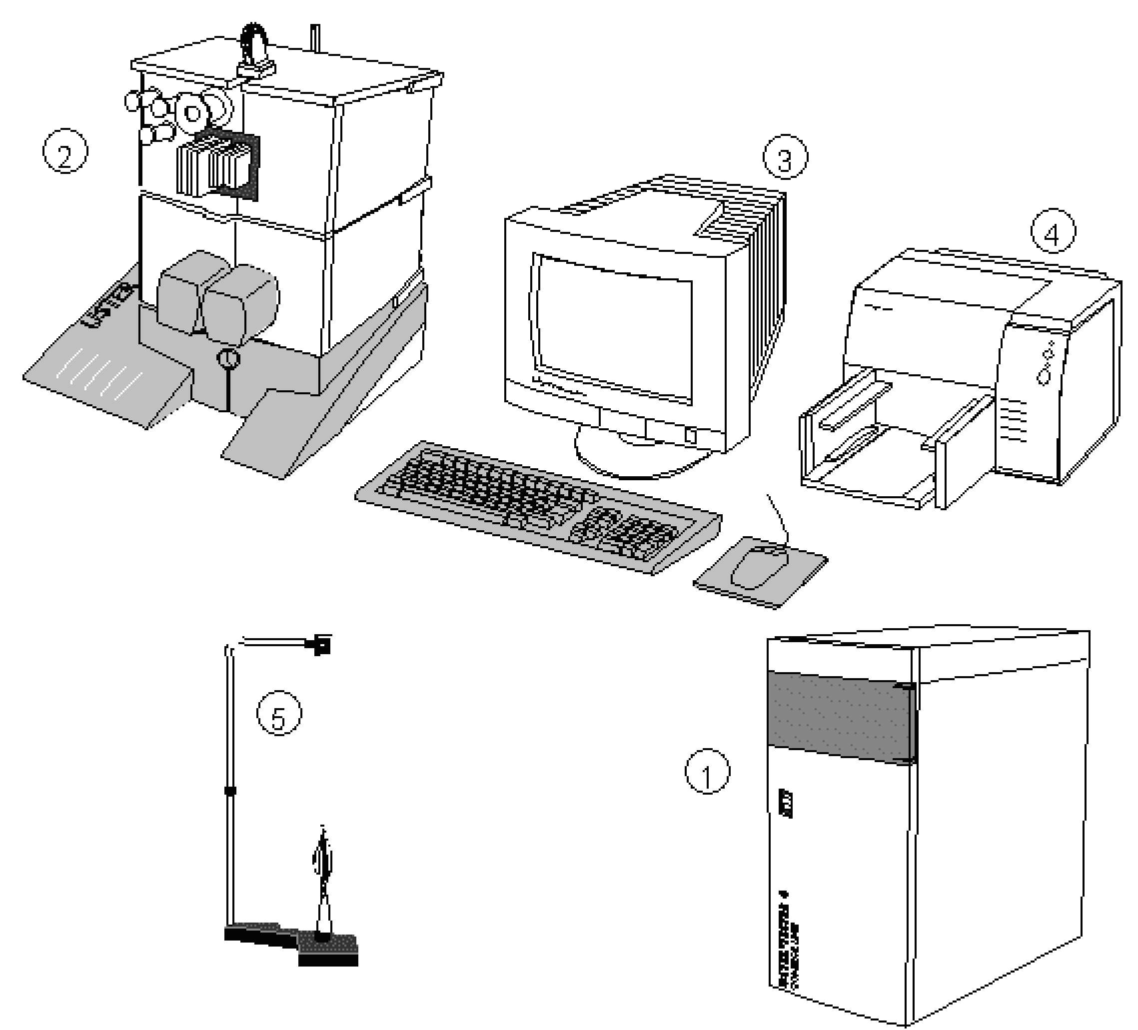


Fig. 176 (1) CONTROL-UNIT (2) TEST-UNIT (3) Pantalla, teclado, ratón (4) Impresora (5) Dispositivo de desenrollado para hilados

ACCESORIOS

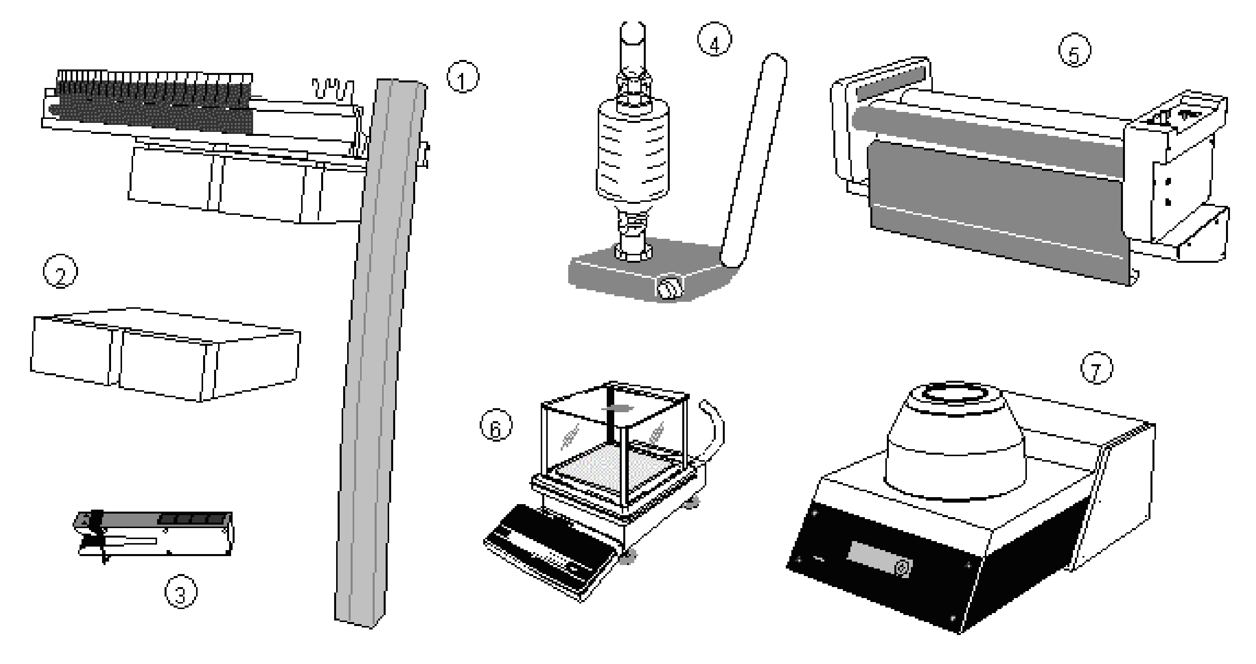


Fig. 177

1. Alimentador de hilos automático
2. Sensores:
   - Sensor OH (*para tipos S. Determinación de la pilosidad de hilos de fibra cortada)*
   - Sensor OM *(para tipo S, sólo versión X. Determinación de forma y de variación de propiedades de sección transversal de hilos de fibra cortada)*
   - Sensor OI *(para tipo S, sólo versión X. Detección de fragmentos de semilla e impurezas en hilos de fibra cortada).*
3. Sensor MS120 *(para tipos S. Órgano capacitivo de medición para análisis de cintas de convertidor y de lana peinada).*
4. Dispositivo de desenrollado grande
5. Alimentador para cintas y mechas
6. Dispositivo para título manual *(para tipos S y C, sólo versión X. Sistema de medición para la determinación manual del título del conjunto de fibras).*
7. Dispositivo para título automático *(para tipos S, sólo versión X. Sistema de medición para la determinación automática de título).*

COMPOSICIÓN DEL SOFTWARE

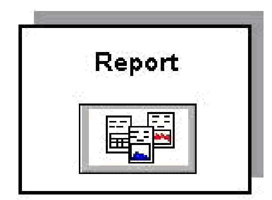
Los módulos de la TEST-UNIT disponen de varios microprocesadores para el mando y el control del desarrollo del análisis, así como para la detección de los datos del ensayo.

El software de la computadora personal de la CONTROL-UNIT fue desarrollado para el sistema operativo Windows NT y está estructurado y dividido en diferentes módulos, de acuerdo con las funciones principales del sistema. Cada módulo principal de software dispone de su propio sistema de manejo, el cual puede indicarse en la pantalla.

Módulos operativos principales

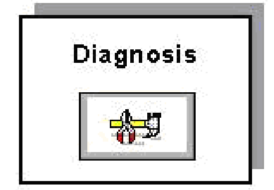






Módulos del sistema





Herramientas



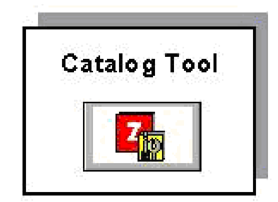


Fig. 178

ELEMENTOS DE MANEJO UT4-SX

Dispositivos de seguridad

1. Tecla STOP en el TEST-UNIT
2. Tecla F12 en el teclado (tecla STOP)
3. Interruptor principal de red eléctrica para la instalación completa (parte frontal del CONTROL-UNIT). Colocando el interruptor basculante en posición "O" la instalación quedará desconectada.

   PRECAUCIÓN: Antes de poder desconectar la instalación, el software debe ser "cerrado" correctamente. Sólo en caso de emergencia puede tolerarse una desconexión de la instalación sin paro de sistema.

La opresión de una de las teclas STOP (en la TEST-UNIT, en el teclado o las teclas de pantalla) interrumpirá inmediatamente el análisis en curso.

Elementos de manejo en el TEST-UNIT

Tecla **STOP.** Interrumpe el análisis en curso

Tecla **CHANGER**. Función sólo activa en la versión automática.

Tecla **AIR**. Para la introducción/colocación manual de hilos. Seguirá succionando el hilo mientras la tecla permanezca oprimida.

Tecla **CONTINUE**. Para comenzar un análisis después de haberse colocado el material a analizarse, o para seguir con el análisis después de una interrupción de análisis o de

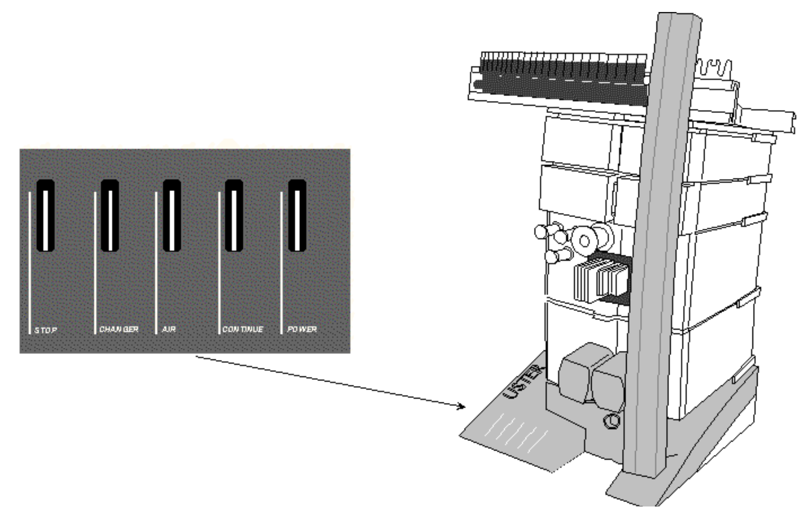
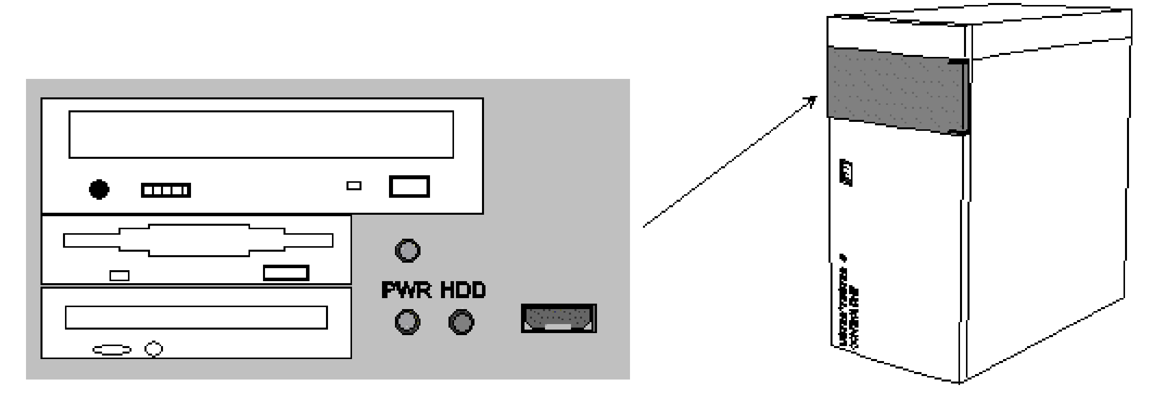


Fig. 179

un error o interferencia.

Indicación **POWER**. Se iluminará, estando conectada la alimentación eléctrica de la TEST-UNIT.

Elementos de manejo en la CONTROL-UNIT



Interruptor principal. Se encuentra en la placa frontal de la CONTROL-UNIT y se utiliza para conectar o desconectar la instalación completa.

TEST JOB EDITOR

Descripción general

Antes de que una muestra se analice en el Uster Tester 4, el ensayo se configura utilizando el programa Test Job Editor. El ensayo incluye una descripción completa de cómo ha de ser analizada una muestra. La descripción contiene la etiqueta de la muestra (la identificación de la muestra incluye un único número de identificación de la misma) y todos los parámetros de la prueba, tales como el catálogo que se utilizará, la velocidad y el tiempo y otras condiciones del análisis, los informes para imprimir o mostrar, etc.

El programa Test Job Editor se utiliza para definir la especificación de análisis de una muestra, para preparar un ensayo. Incluye:

- Definición de los datos característicos (identificación de la muestra).
- Selección de informes automáticos para la pantalla e impresora.
- Definición de las condiciones de análisis (velocidad de ensayo, ajustes de sensores, etc.).

El Test Job Editor también permite grabar las especificaciones de ensayos como programas de análisis, y cargando los programas de análisis almacenados.

Otra función del Test Job Editor es iniciar el ensayo ya preparado o añadirlo a la Lista de Órdenes.

Definir un ensayo

La especificación de análisis para un ensayo se puede definir usando las pestañas *Datos Característicos*, *Informes* y *UT4-S*.

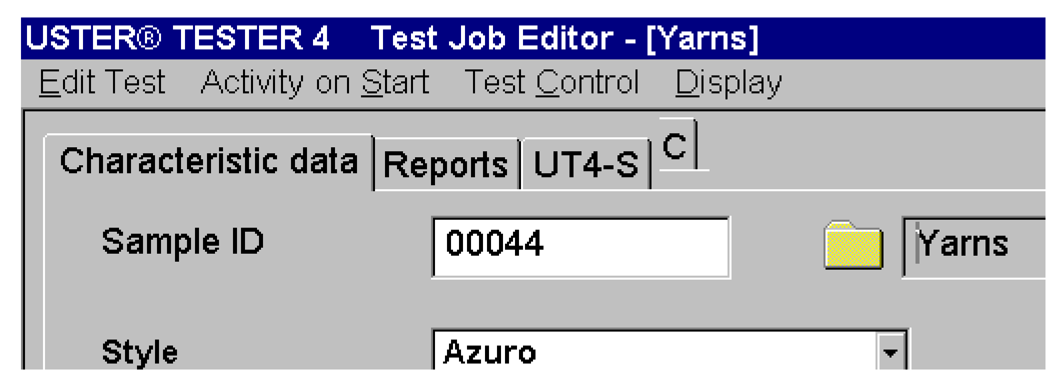


Fig. 180

Seleccionar el catálogo

Usar el comando *Seleccionar Catálogo* del menú *Editar Prueba* para definir el catálogo a ser empleado.

De manera alternativa, cliquear el botón de la barra de herramientas o presionar la tecla de función **F5** del teclado.

Seleccionar un catálogo de la lista en el cuadro de diálogo y cliquear el botón *Confirmar*. El catálogo seleccionado aparece indicado en la pestaña *Datos Característicos*.

Selección de las unidades de ensayo (Test-Unit´s)

Si más de una unidad de ensayo está disponible en el equipo UT4, use el comando *Seleccionar Test Unit* del menú *Editar Prueba* para definir en qué unidades la muestra será analizada.



Alternativamente cliquee el botón de la barra de herramientas o presione la tecla de función **F6** del teclado.

Seleccione o anule la selección de la(s) unidad(es) de prueba mostrada(s) en el cuadro de diálogo y haga clic en el botón de confirmación. Cada unidad de ensayo seleccionada presentará a continuación su propia pestaña.

La pestaña *Datos Característicos*

Ingresar los datos requeridos para la identificación de la muestra en la pestaña *Datos Característicos*.

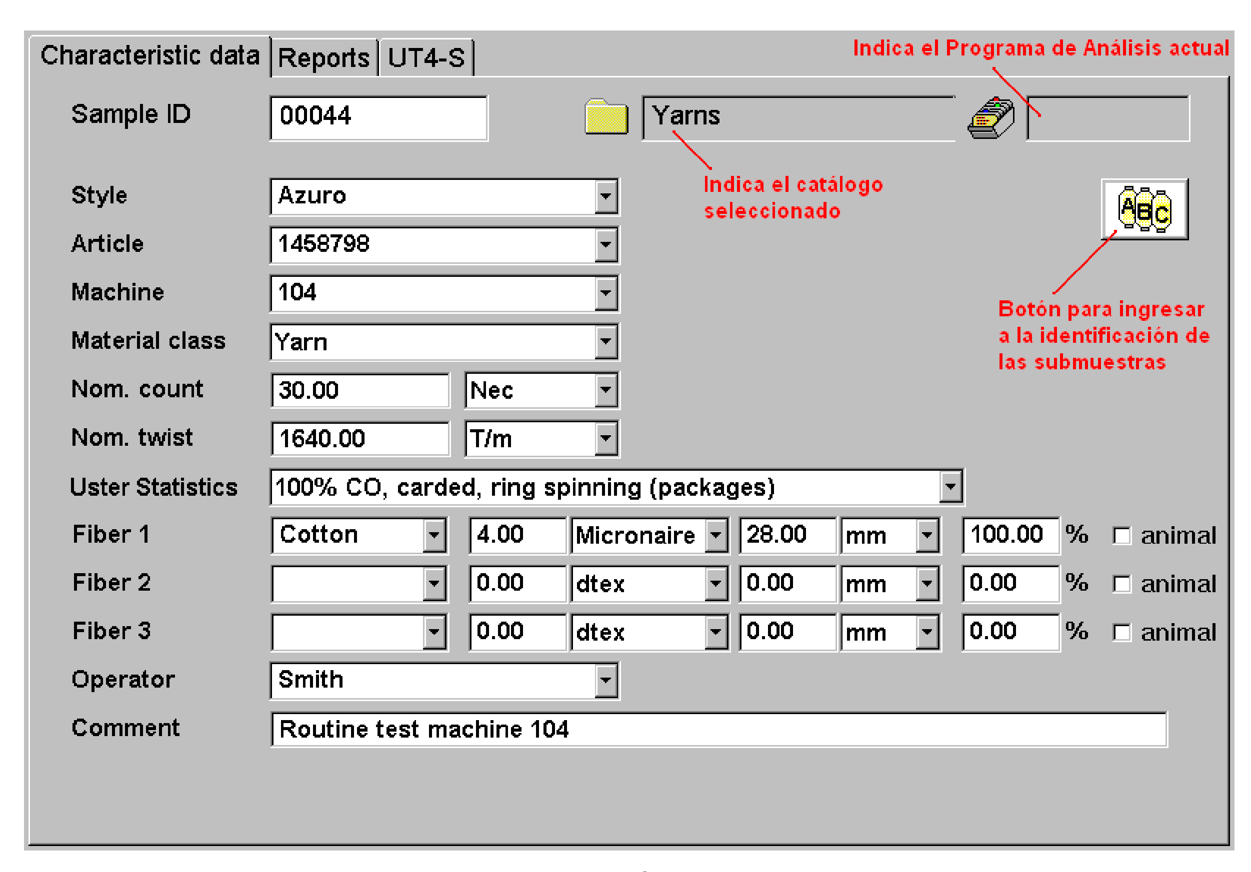


Fig. 181

Los datos ingresados en esta pestaña sirven para identificar y definir el proceso del análisis. Los más importantes son:

- **ID de prueba**

  Es generado automáticamente por el sistema, aunque puede ser modificado por el usuario. En este campo solamente se permite caracteres numéricos.

- **Clase de Mat.**

  Para definir el procedimiento de análisis y para establecer las condiciones de ensayo por defecto, por ejemplo: el límite de la velocidad de análisis, desactivación de la aspiración y el sensor OH cuando se analicen mechas).

- **Título nom.**

  Para el posicionamiento de la ranura de medición adecuada cuando está seleccionada la opción *Automático* (Pestaña *UT4-S*).

- **Uster Statistics**

  Para definir la calidad del hilado mediante comparación con las Estadísticas Uster.

- **Fibra 1, Fibra 2, Fibra 3**

  Estos campos sirven para identificar el material y para la determinación del Índice de Irregularidad.

La pestaña *Informes*

Para seleccionar los tipos de informes, marcar el informe requerido de la lista para:

✓ Imprimir cuando haya culminado la medición de la muestra.

- ✓ Imprimir como un informe de excepción si los valores de la prueba están fuera de los límites de calidad establecidos.
- ✓ Mostrar en pantalla como un informe animado (Solamente un informe puede ser seleccionado para mostrarlo en pantalla).
- ✓ Exportar como archivo ASCII o USTER ® Lab EXPERT (Solamente un informe puede ser seleccionado para exportación).

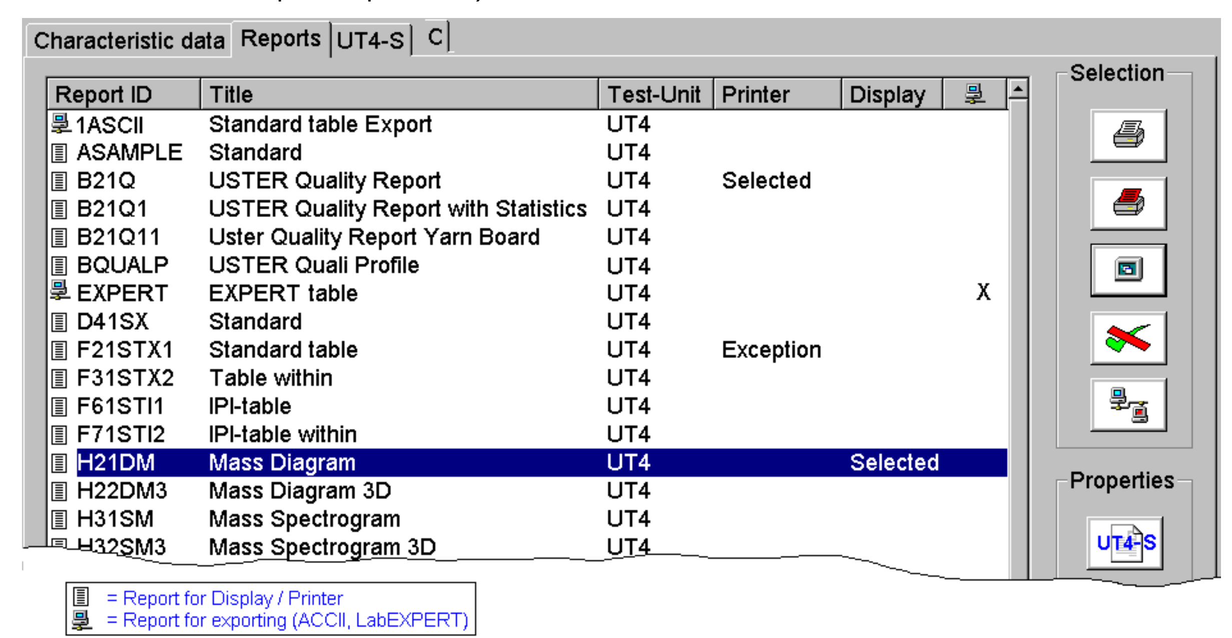


Fig. 182

La pestaña *UT4-S*

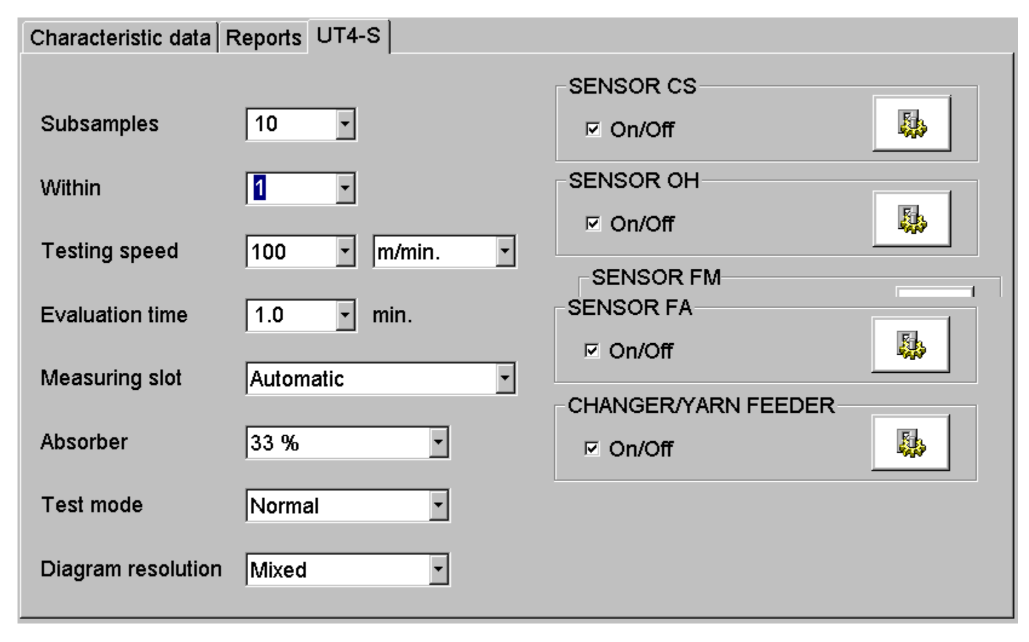


Fig. 183

Sirve para ingresar las condiciones requeridas para el TEST UNIT UT4-S. Los ajustes más importantes son:

- **Ranura de medición**

  Automático en UT4-SX. (Para UT4-SE escoger la ranura correcta para el material que se analiza).

- **Modo de análisis**

  Los ajustes disponibles son:

  – *Normal*

  – *Longitud corta de material*

  – *Inspection Stop*

- **Resolución de diagrama** (no disponible en la versión UT4-SE)

  El ajuste recomendado es *Estándar* o *Baja* para las pruebas de rutina normal, usar *Alto* solamente para análisis especiales.

  El espacio en el disco requerido para almacenar un diagrama de alta resolución es el doble que el necesario para un diagrama de resolución estándar.

  Un diagrama de baja resolución requiere de la cuarta parte del espacio de disco requerido para un diagrama con resolución estándar.

  El ajuste en este campo es general para todos los sensores, aunque también puede configurarse de manera individual para cada sensor. Esto se realiza cliqueando el botón correspondiente al sensor que aparece en la pestaña. Si los ajustes que se aplican a los sensores son diferentes, este campo automáticamente cambia a *Mixta*.

- **Ajustes del sensor CS**

  Cada sensor conectado puede ser activado o desactivado de forma individual por medio de una casilla de verificación. Al hacer clic en el botón de un sensor aparece un cuadro de diálogo que permite ingresar diversos ajustes:

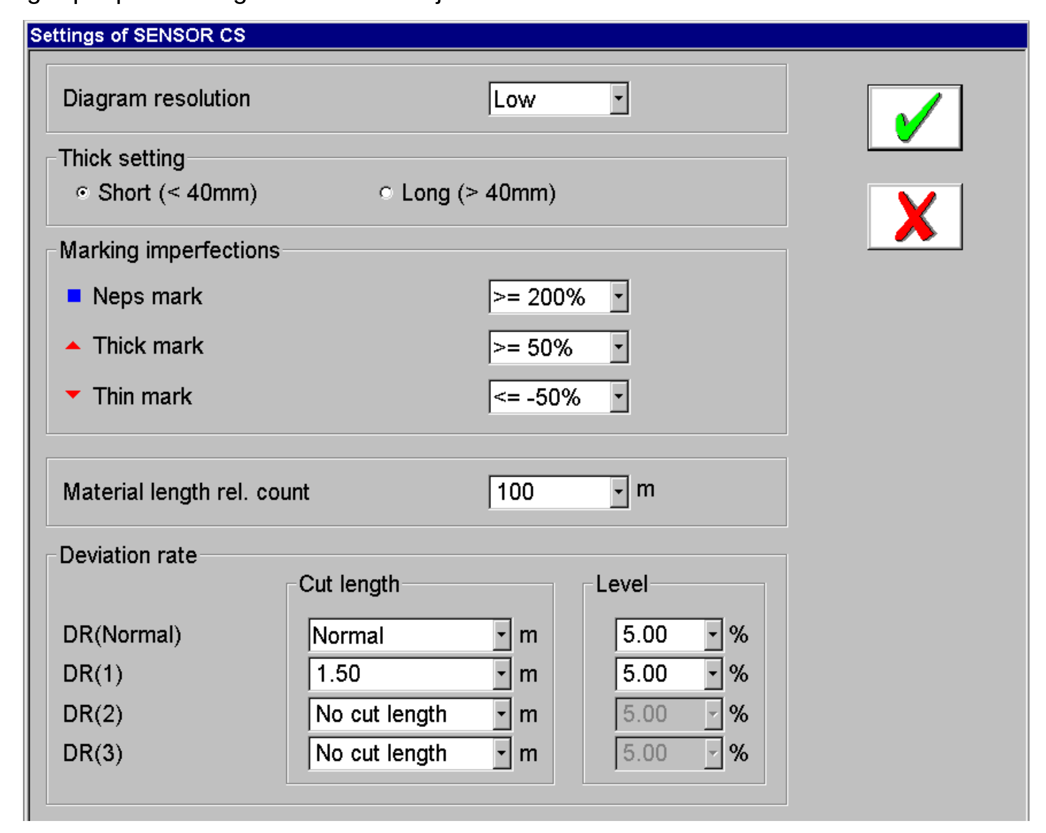


Fig. 184

- **Ajuste Partes Gruesas**

  Este parámetro se establece según el sistema de hilatura empleado. Seleccionar *Fibra Larga* para los hilados de lana peinada (longitud promedio de fibra mayor a 40 mm) y *Fibra Corta* para todos los otros tipos, como algodón hilado por continua, hilatura a rotor, etc. (longitud promedio de fibras menor a 40 mm).

- **Marcar Imperfecciones**

  La ubicación de las imperfecciones se marca en el diagrama de masa según los niveles seleccionados.

  Nota: Estos niveles no pueden ser cambiados luego que aparece un diagrama en la pantalla de informes.

Un cuadro de diálogo similar se muestra para el sensor OH.

- **Configuración del sensor FA (Título Automático) y sensor FM (Título Manual)**

  Los sensores FA y FM se pueden activar o desactivar de manera individual para un análisis por medio de la casilla de verificación. Al hacer clic en el botón de configuración aparece un cuadro de diálogo y permite ingresar diversos ajustes.

Trabajar con programas de análisis predefinidos

(Los programas de análisis no están disponibles para la versión UT4-SE).

Un programa de análisis es una descripción completa de los parámetros de ensayo para analizar una muestra. También contiene la etiqueta de la muestra, pero el número de identificación de la muestra no está definido. Los programas de análisis pueden ser creados y almacenados utilizando el Test Job Editor del programa de trabajo. Los programas de análisis predefinidos pueden posteriormente recuperarse y completarse para ejecutar un ensayo.

Creación de un programa de análisis

Definir un análisis (Datos característicos, informes, condiciones de medición, configuración del sensor, etc.)

Usar el comando *Seleccionar / Memorizar programa de Análisis* en el menú *Editar Prueba* para abrir el cuadro de diálogo *Programas de Análisis*.

Alternativamente se puede cliquear el botón  de la barra de herramientas o presionando la tecla de función **F7** del teclado.

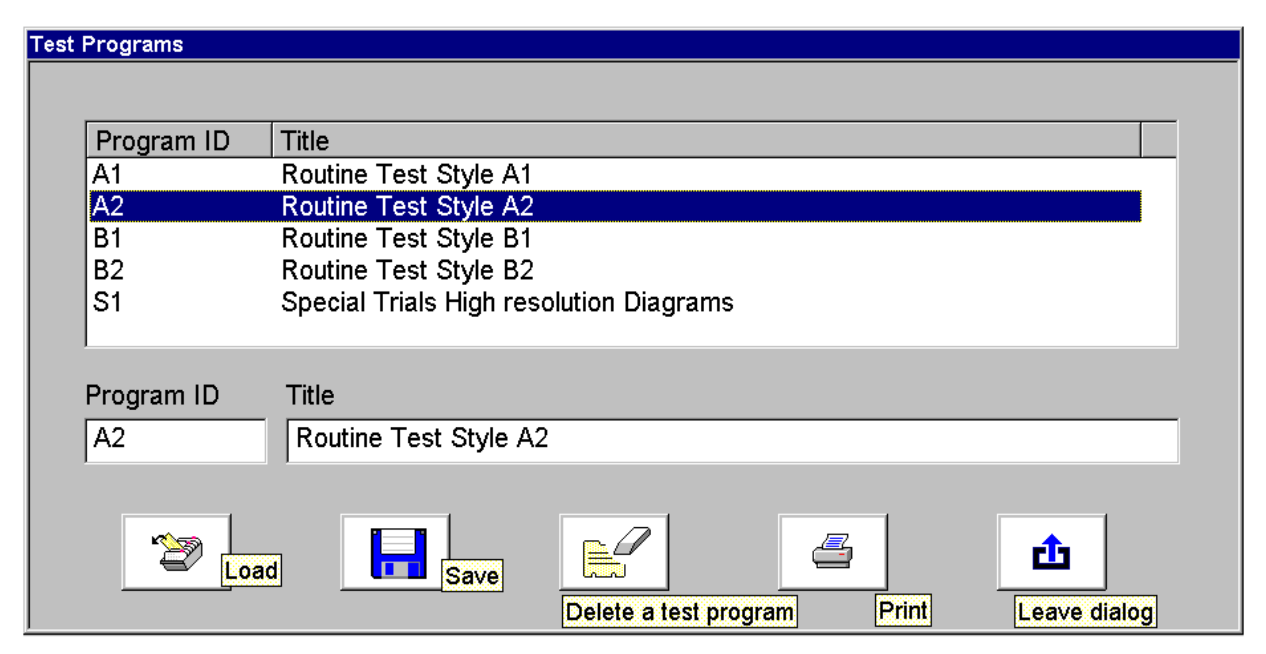


Fig. 185

Asignar un ID al programa y una breve descripción del mismo. Luego hacer clic en el botón *Guardar* para grabar el programa de análisis.

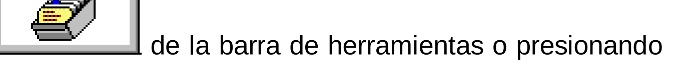
Para eliminar un programa de análisis, selecciónelo de la lista y haga clic en el botón *Borrar*.

Para imprimir los parámetros almacenados de un programa de análisis, selecciónelo de la lista y haga clic en el botón *Imprimir*.

Para cambiar el nombre de un programa de análisis primeramente se debe cargar en el Test Job Editor y a continuación guardarlo con un nuevo nombre. Posteriormente eliminar el anterior programa.

Cargar un programa de análisis predefinido

Use el comando *Seleccionar / Memorizar programa de análisis* en el menú *Editar Prueba* para abrir el cuadro de diálogo *Programa de análisis*.

Alternativamente se puede cliquear el botón  de la barra de herramientas o presionando la tecla de función **F7** del teclado.

Seleccione el programa de análisis requerido de la lista y haga clic en *Cargar* para llamarlo con todos los parámetros almacenados en el Test Job Editor.

El nombre del programa de análisis cargado se indica en la pestaña *Datos Característicos*. Se puede modificar la configuración de ser necesario; después de cambiar algún parámetro el nombre del programa de análisis cargada estará marcado con un signo +.

Control del ensayo

Iniciar una medición

Cuando la preparación de una prueba está completa, el análisis puede comenzar inmediatamente.

Use el comando *Comenzar Test Job* en el menú *Control de Medición* para iniciar la prueba preparada.

Alternativamente cliquee el botón de la barra de herramientas o presione la tecla de función **F11** del teclado.

Nota: Si otro ensayo se está ejecutando el nuevo ensayo se añadirá automáticamente a la Lista de Órdenes.

La actividad luego de iniciada una medición se define en el menú. Al seleccionar *Mostrar informe* la presentación del informe se selecciona automáticamente cuando se inicia una medición.

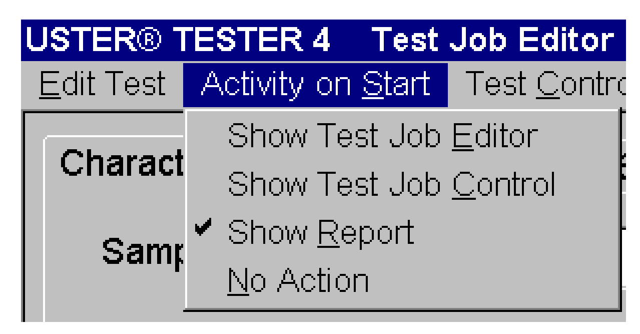


Fig. 186

Trabajar con la Lista de Ordenes

(No disponible en la versión UT4-SE).

Cuando un ensayo es preparado, en lugar de iniciar el ensayo inmediatamente éste puede ser almacenado en la Lista de Ordenes (Test Job Queue) e iniciarlo posteriormente, de esta manera, varios ensayos pueden ser preparados y añadidos a ella.

Usar el comando *Poner Test Job en Lista de Ordenes* en el menú *Control de Medición* para agregar el análisis.

Alternativamente cliquee el botón de la barra de herramientas o presione la tecla de función **F10** del teclado.

Se accede a la Lista de Ordenes desde el programa Test Job Control.

Detener o parar una medición

Usar el comando *Parar Medición* del menú *Control de Medición* para detener una prueba en funcionamiento de forma inmediata.

Alternativamente cliquee el botón de la barra de herramientas o presione la tecla de función **F12** del teclado.

Los modelos de la serie SX tienen una tecla STOP en la base de la TEST UNIT.

Una medición detenida puede reanudarse más tarde a través del programa Test Job Control.



En ensayos compuestos de submuestras o ensayos *dentro de*, al detener la medición de una submuestra en marcha los datos se perderán. Para interrumpir una prueba al terminar una submuestra se emplea el Test Job Control.

TEST JOB CONTROL

Descripción general

Las funciones principales del Test Job Control son el control y la supervisión de la medición, así como la gestión de la Lista de Órdenes.

El control y la vigilancia de la medición de los análisis incluyen las siguientes funciones:

- Control del procedimiento de análisis de todos los módulos Test-Unit
- Indicación del estado de la Test-Unit
- Recolección de los resultados del análisis de los módulos sensores
- Almacenar los datos de la muestra y los resultados de la prueba en la base de datos
- Indicación del progreso de la medición

Para la gestión de la Lista de Órdenes están disponibles las siguientes funciones:

- Activar/desactivar los ensayos
- Gestión del Grupo de Comienzo Automático
- Mover los ensayos de la Lista de Órdenes
- Modificar la especificación de las pruebas de ensayo de los trabajos de la Lista de Órdenes
- Eliminar los trabajos de la Lista de Órdenes
- Seleccionar un trabajo de la Lista de Órdenes para su análisis

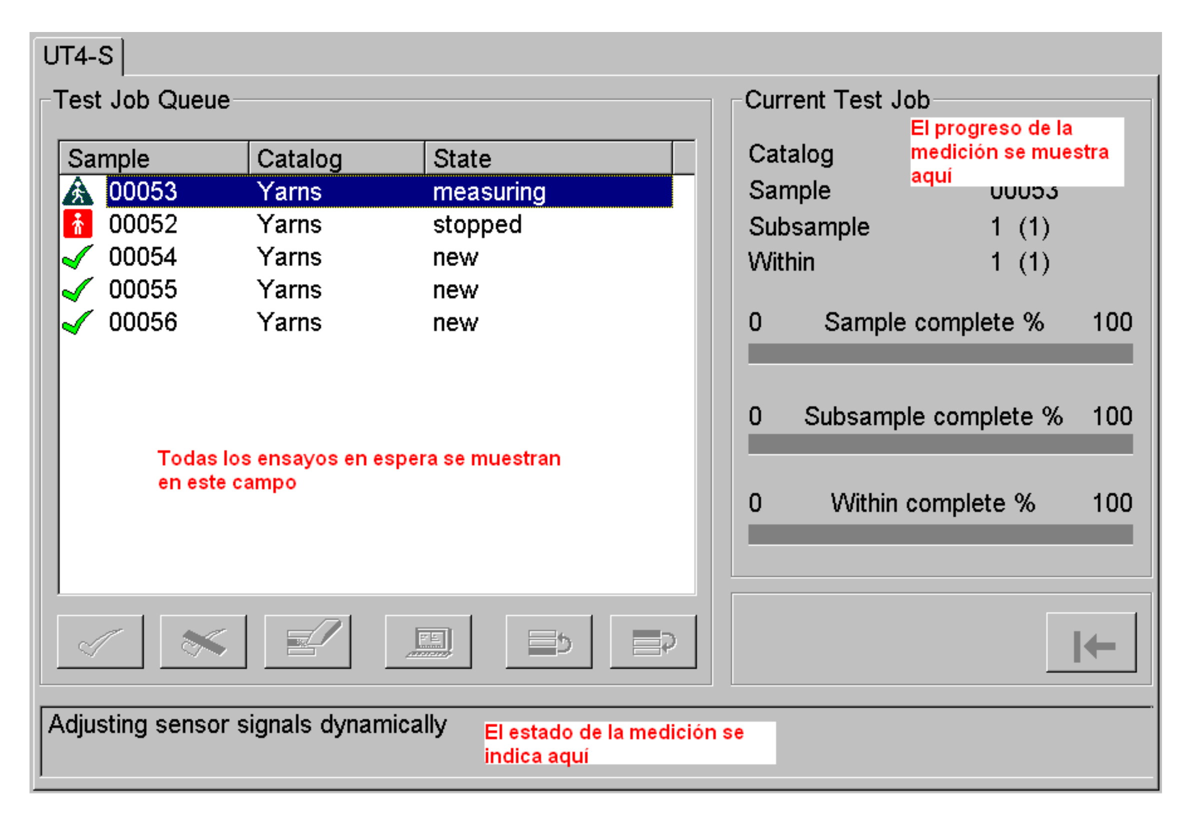


Fig. 187

La Lista de Órdenes

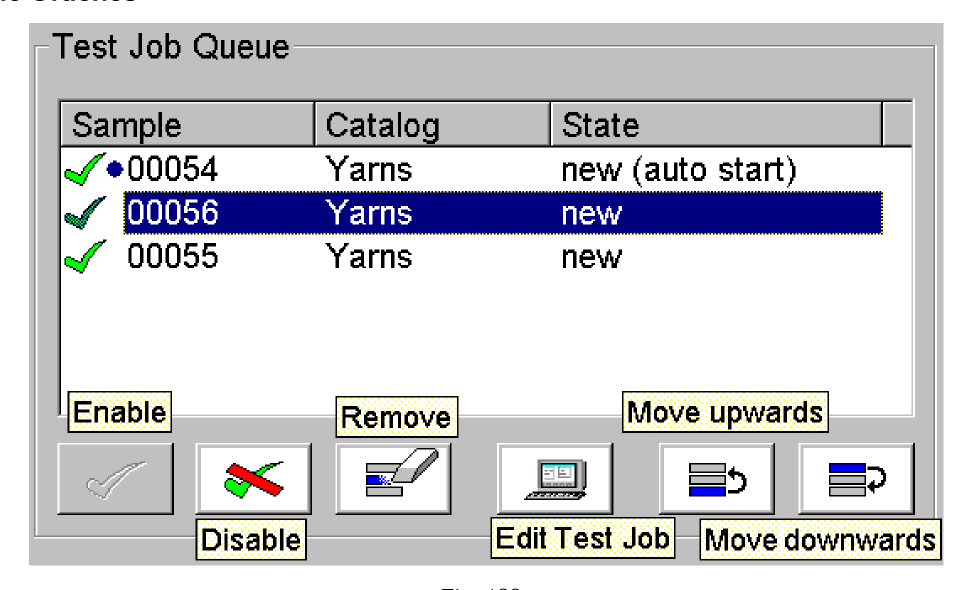


Fig. 188

Administración de la Lista de Órdenes

Seleccionar un ensayo y, a continuación, cliquear en el botón de comando para activar/desactivar, eliminar o mover dentro de la Lista de Órdenes. Otra alternativa es que el mismo, y otros comandos se seleccionen de los menús *Test Job* o *Mover Test Job*.

Los ensayos deshabilitados se moverán hasta el final de la Lista de Órdenes y sólo pueden ser iniciados después de habilitarlos nuevamente.

Un ensayo que se ha detenido permanece en la Lista de Órdenes y puede reanudarse más adelante; si no se culminara, debe eliminarse manualmente. Los resultados medidos no se borrarán y se pueden visualizar en el programa *Informes*.

El grupo de Comienzo Automático

Las pruebas de la Lista de Órdenes pertenecientes al Grupo de Comienzo Automático se iniciarán automáticamente después de la finalización del anterior trabajo de ensayo.

Seleccione un trabajo de ensayo en la lista y configure el inicio automático usando la opción *Sumar al Grupo de Comienzo Automático* del menú *Autoarranque*. Los ensayos con comienzo automático serán especialmente marcados. Utilice los demás comandos disponibles del menú *Autoarranque* para administrar el Grupo de Comienzo Automático.

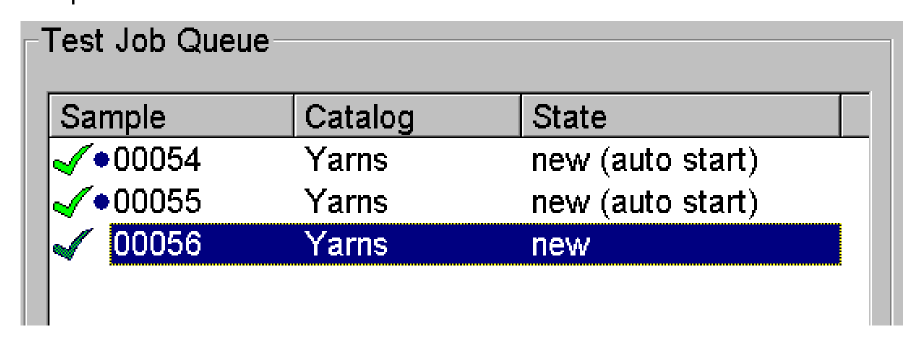


Fig. 189

Configurar las condiciones de los ensayos de la Lista de Órdenes

Seleccione el ensayo de la lista y pulse el botón *Editar*. Alternativamente seleccione la opción *Editar Test Job* del menú *Test Job*. El ensayo será cargado temporalmente en el Test Job Editor y puede ser modificado. Cuando haya completado la edición, use el comando *Salir del Editor Temporal* del menú *Control de Medición* para salir y volver al Test Job Control.

Alternativamente haga clic en el botón de la barra de herramientas o pulse la tecla de función F8 del teclado.

Si el ensayo para modificar ha sido ejecutado antes (Estado = Parado), cambiando los parámetros en la mayoría de los casos cambia el estado del ensayo a *Nuevo*. En este caso, el reinicio de este ensayo eliminará todos los datos previamente almacenados de esta muestra.

Control del ensayo

Varios comandos para el control del ensayo están disponibles.

Iniciar un ensayo, continuando un ensayo detenido

- Seleccione el ensayo de la lista y use el comando *Comenzar el Test Job seleccionado* del menú *Control de Medición* para iniciar o continuar el ensayo seleccionado.
- Alternativamente haga clic en el botón de la barra de herramientas o pulse la tecla de función F11 del teclado.

- Utilice el comando *Comenzar el Primer Test Job* del menú *Control de Medición* para iniciar el primer ensayo de la Lista de Órdenes.

Detener la medición

- Utilice el comando *Parar Medición* del menú *Control de Medición* para detener la medición inmediatamente.
- Alternativamente haga clic en el botón de la barra de herramientas o pulse la tecla de función F12 del teclado.
- Utilice el comando *Parar la medición después de Análisis Dentro de/Prueba Parcial* del menú *Control de Medición* para interrumpir la medición tras completar una submuestra o en un análisis *dentro de*.

Un ensayo detenido puede continuar en otro momento, tal como se describió anteriormente. Otros ensayos pueden iniciarse cuando sea necesario, por ejemplo, la interrupción de la análisis de un hilo para llevar a cabo una importante medición de productos de preparación (cintas o mechas).

INFORMES

Abrir un informe

Seleccione la opción *Informe de Prueba* del menú *Informes* o haga clic en el botón de la barra de herramientas correspondiente. Alternativamente pulse la tecla de función F7 del teclado.

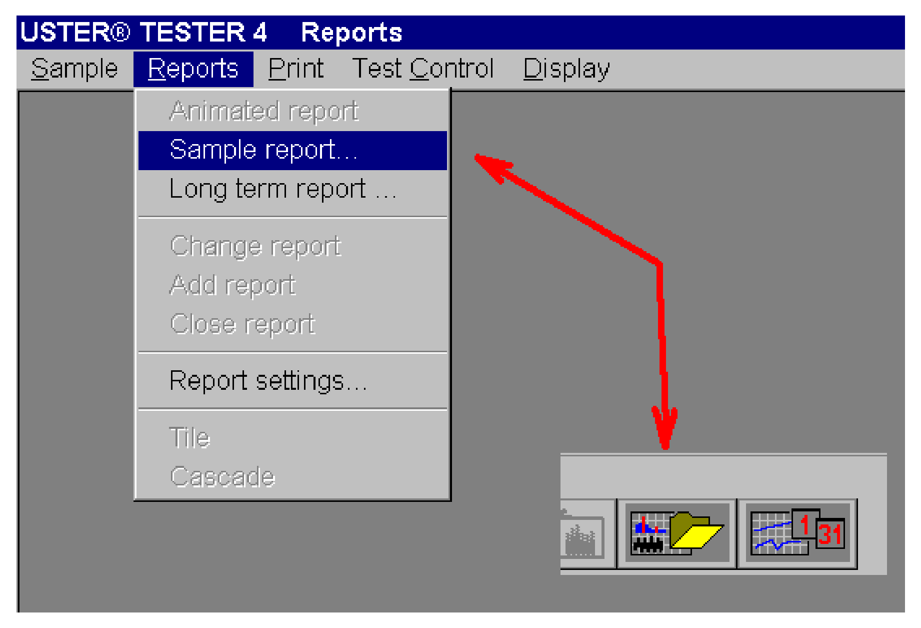


Fig. 190

Seleccionar un catálogo

Un cuadro de diálogo permite seleccionar el catálogo. Haga doble clic en el catálogo requerido o seleccione el catálogo y haga clic en botón *Confirmar* (Ok).

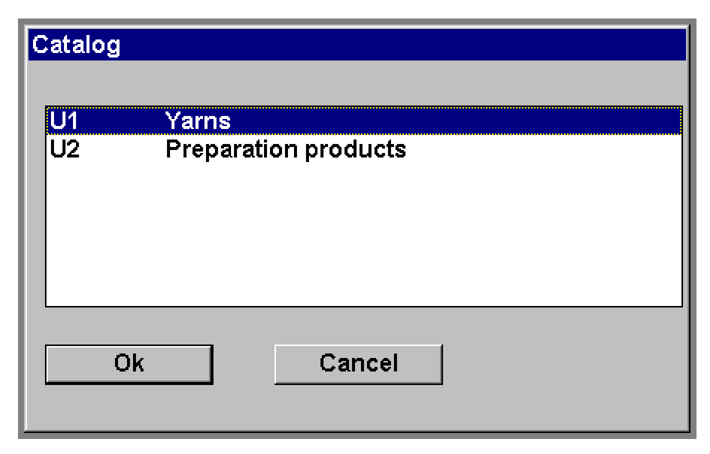


Fig. 191

Selección de una muestra

Haga doble clic en la muestra solicitada o seleccione la muestra y haga clic en el botón *Confirmar* (Ok). El número de la muestra también puede ser introducido directamente en el cuadro de diálogo *ID de prueba*.

Ingrese los criterios de filtrado para restringir la selección de muestras (véase *Aplicación de filtros*).

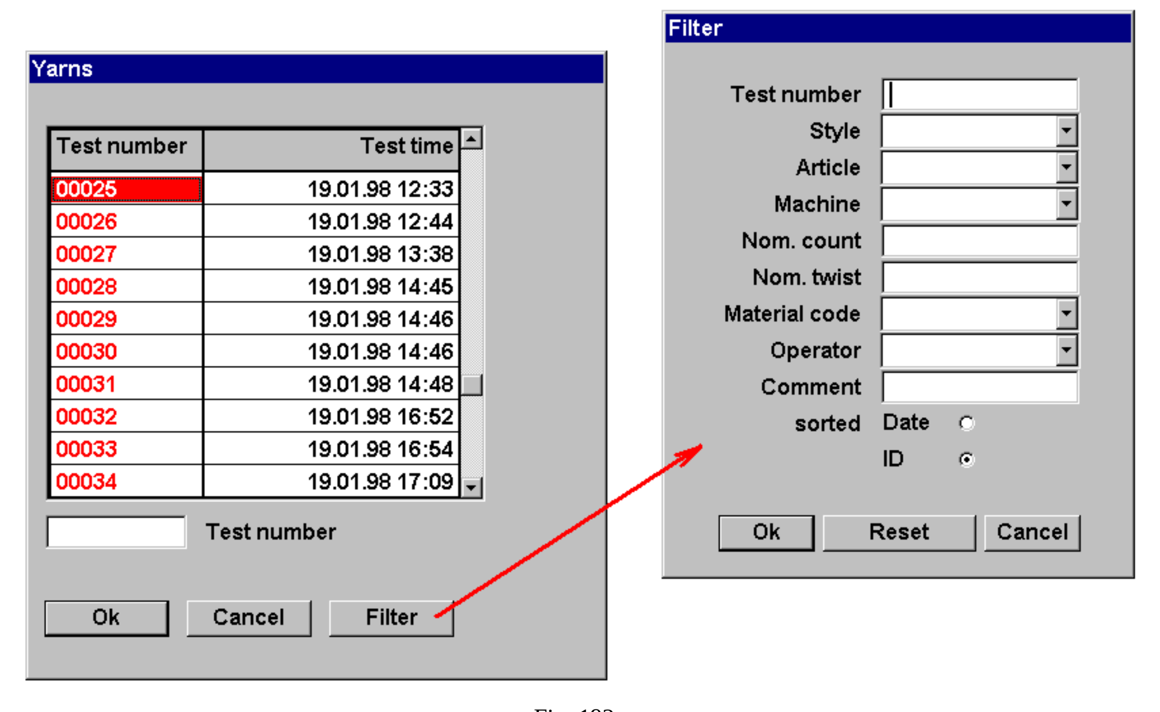


Fig. 192

Selección de un informe

Haga doble clic sobre el informe solicitado o seleccione el informe y haga clic en el botón *Confirmar* (Ok) para abrir el informe.

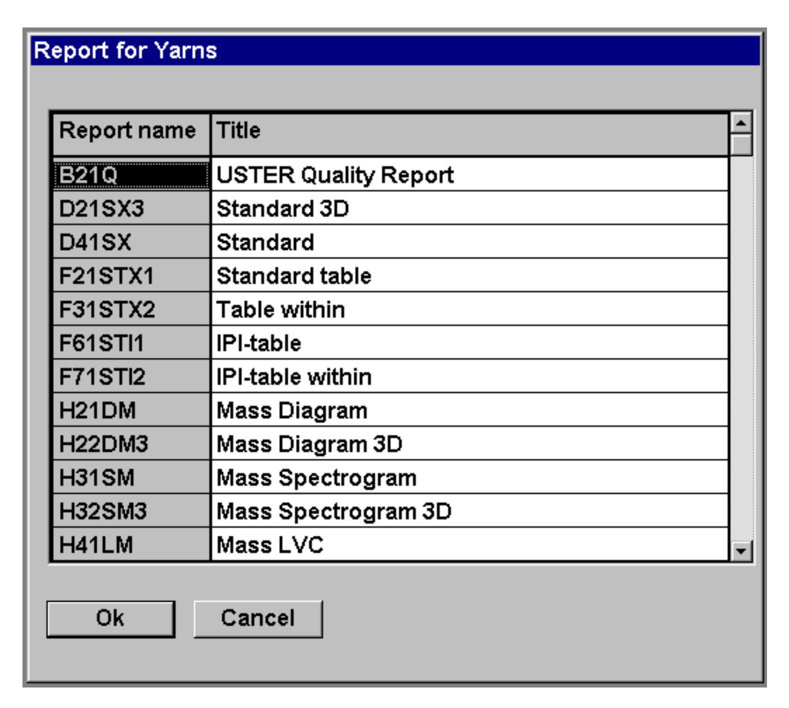


Fig. 193

Cuando múltiples ventanas de informe están habilitadas (véase el comando *Ajuste de Informes* en el menú *Informes*) y otro informe es abierto, éste se mostrará en una nueva ventana, de lo contrario, el actual informe se intercambiará por el nuevo.

Mostrar un informe animado

En un informe animado los datos mostrados se actualizan periódicamente y sólo está disponible mientras se ejecuta una prueba en la Test-Unit. Normalmente este tipo de informe es usado para mostrar un diagrama en pleno funcionamiento.

Un informe animado se abre automáticamente al iniciar una prueba si un reporte animado se define en el Test Job Editor.

Para visualizar el informe animado seleccione la opción *Informes Animados* del menú *Informes* o haga clic en el botón  de la barra de herramientas.

Alternativamente pulse la tecla de función F6 del teclado. Si no hay ningún informe animado definido hasta ese momento, estos comandos abrirán un cuadro de diálogo para seleccionar un informe.

Abrir un informe de largo período

Con la ayuda de la funcionalidad de memoria de largo plazo, es posible analizar las variaciones de una determinada característica de hilo durante un periodo definido de tiempo. Por ejemplo, puede analizar la variación de CV% de un hilo en un mes. Usando un filtro, la definición del informe se aplicará sólo a un conjunto seleccionado de las muestras.

Seleccione el comando del menú *Informe de largo período* o haga clic en el botón de la barra de herramientas correspondiente. Alternativamente pulse la tecla de función F8 del teclado.

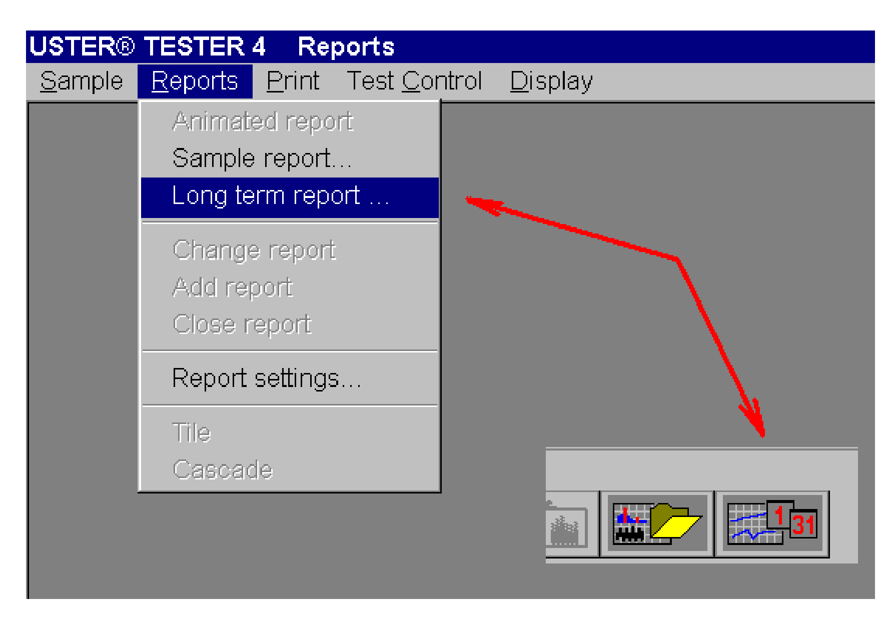


Fig. 194

Selección del catálogo

Un cuadro de diálogo permite seleccionar el catálogo. Haga doble clic en el catálogo requerido o seleccione el catálogo y haga clic en botón *Confirmar* (Ok).

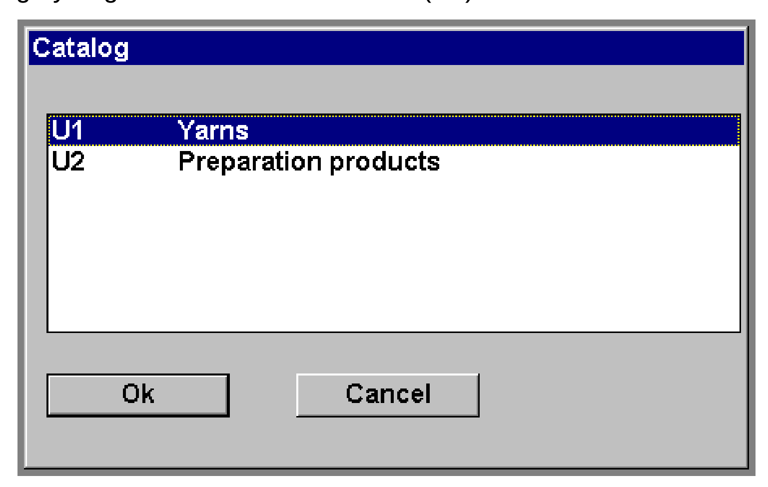


Fig. 195

Selección de informe

Haga doble clic sobre el informe solicitado informe o seleccione y haga clic en el botón *Confirmar* (Ok) para abrir el informe.

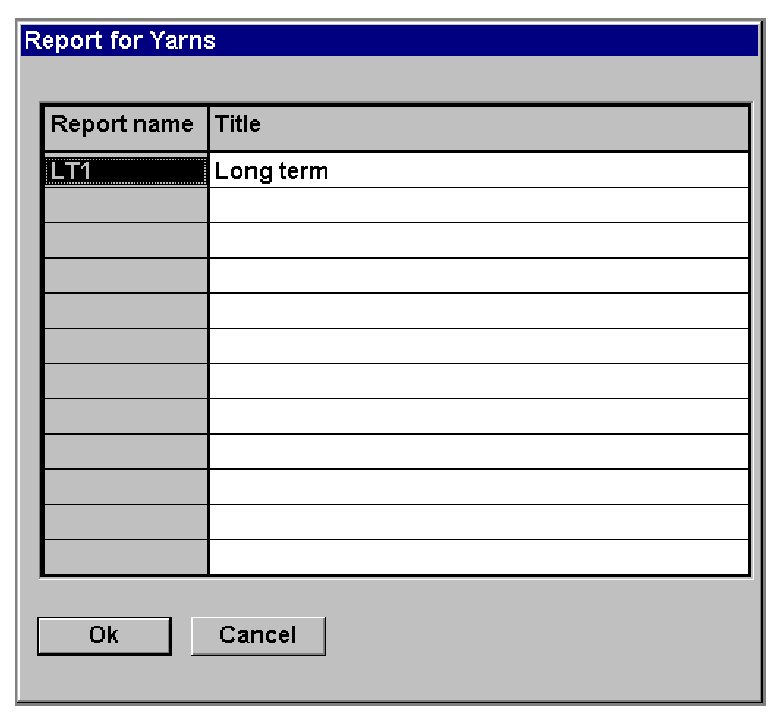


Fig. 196

Antes que el informe de largo período sea abierto, el diálogo del filtro se muestra para definir las muestras para el cálculo del informe de largo período.

Ingrese los criterios de filtrado para restringir la selección de muestras (véase *Aplicación de filtros*).

Aplicación de filtros

Un "filtro" es una herramienta para seleccionar un subconjunto de todas las muestras, que se almacenan en una base de datos. El filtro consiste de uno o más criterios de selección. Por ejemplo, si desea seleccionar todas las muestras, que provienen de la máquina número 15, debe configurar el filtro *Máquina* a 15.

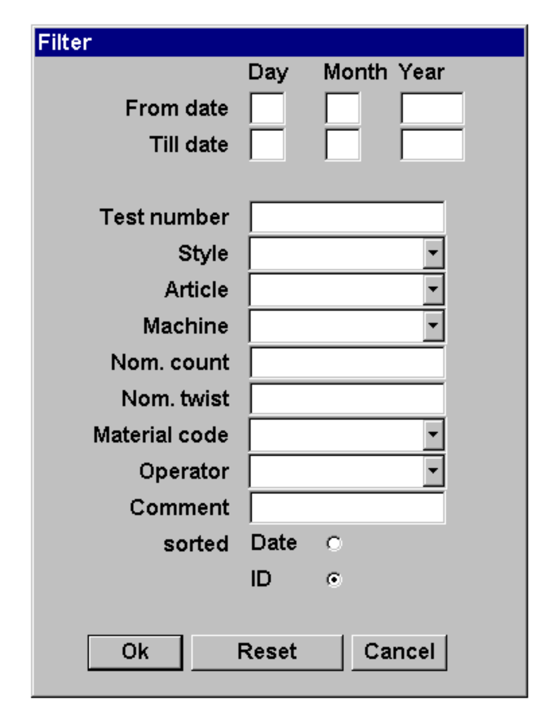


Fig. 197

Si pulsa el botón *Filtro*, o cuando se abre un informe de largo período, aparece un cuadro de diálogo. Si rellena algunos de los campos, una serie de criterios de selección se establece.

Los campos de filtro son parte de los datos en la etiqueta de la muestra. Cuando se define la etiqueta de la muestra en el Catalog Tool Program, se puede configurar para que cada campo de datos se muestren o no en el diálogo del filtro.

Si no hay criterios ingresados en el cuadro de diálogo del filtro se seleccionan todas las muestras del actual catálogo.

Introduzca un criterio en los campos según sea necesario, algunos de ellos dan una lista de valores disponibles.

Si es necesario, puede utilizar el carácter comodín *: *ID de prueba* 10* selecciona todas las muestras con el número de prueba de 100 a 109.

También es posible especificar un intervalo: *ID de prueba* 22_62 selecciona todas las muestras con el número de prueba de 22 a 62.

Introducir un rango de la manera descrita anteriormente sólo es posible cuando la etiqueta de campo se declara como un número. No se puede aplicar para los campos de texto.

Cuando se haya completado el ingreso de los criterios, haga clic en el botón Confirmar (Ok) para aplicar la selección al actual catálogo.

La condición de filtro se mostrará en la línea de estado.

Navegación a través de informes

Uso de la barra de herramientas de informe

Cuando una muestra es abierta, el informe seleccionado se muestra en una ventana de informe. La ventana de informe tiene su propia barra de herramientas.

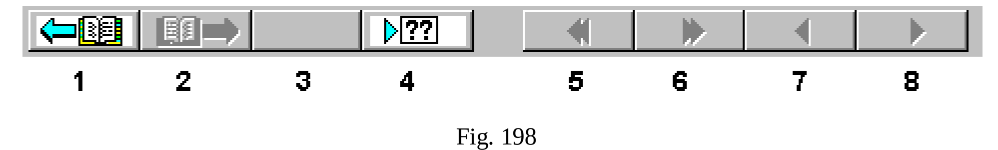


Fig. 198

Los siguientes comandos están cubiertos por los botones de la barra de herramientas:

- **Botones 1/2**: Para pasar a la siguiente o anterior ventana de informe. Si un icono no está destacado significa que se ha llegado al final de las ventanas de informe.
- **Botón 4**: Para seleccionar directamente una submuestra y / o pruebas *dentro de*.
- **Botones 5/6**: Para mostrar los resultados de la submuestra anterior o siguiente. La ventana del informe no cambia. Si un icono no está destacado significa que se ha llegado a la primera o la última submuestra.
- **Botones 7/8**: Para mostrar los resultados de la prueba siguiente o anterior dentro de la submuestra. El informe de la ventana no cambia. Si un icono no está destacado significa que se ha llegado a la primera o la última prueba dentro de la submuestra.

Los botones de la barra de herramientas de los informes se corresponden con las combinaciones de teclas Mayús + F1 a Mayús + F8. Por ejemplo, para mostrar la siguiente página del informe, haga clic en el botón *Siguiente Ventana* con el ratón o pulse las teclas Mayús + F2.

Configuración de algunas ventanas de informe

Para algunas ventanas de informe es posible cambiar la configuración de la pantalla (ampliación). Al hacer clic en el botón *Parámetros de Informes* se abre un cuadro de diálogo para modificar la configuración de la pantalla de la ventana de informe.

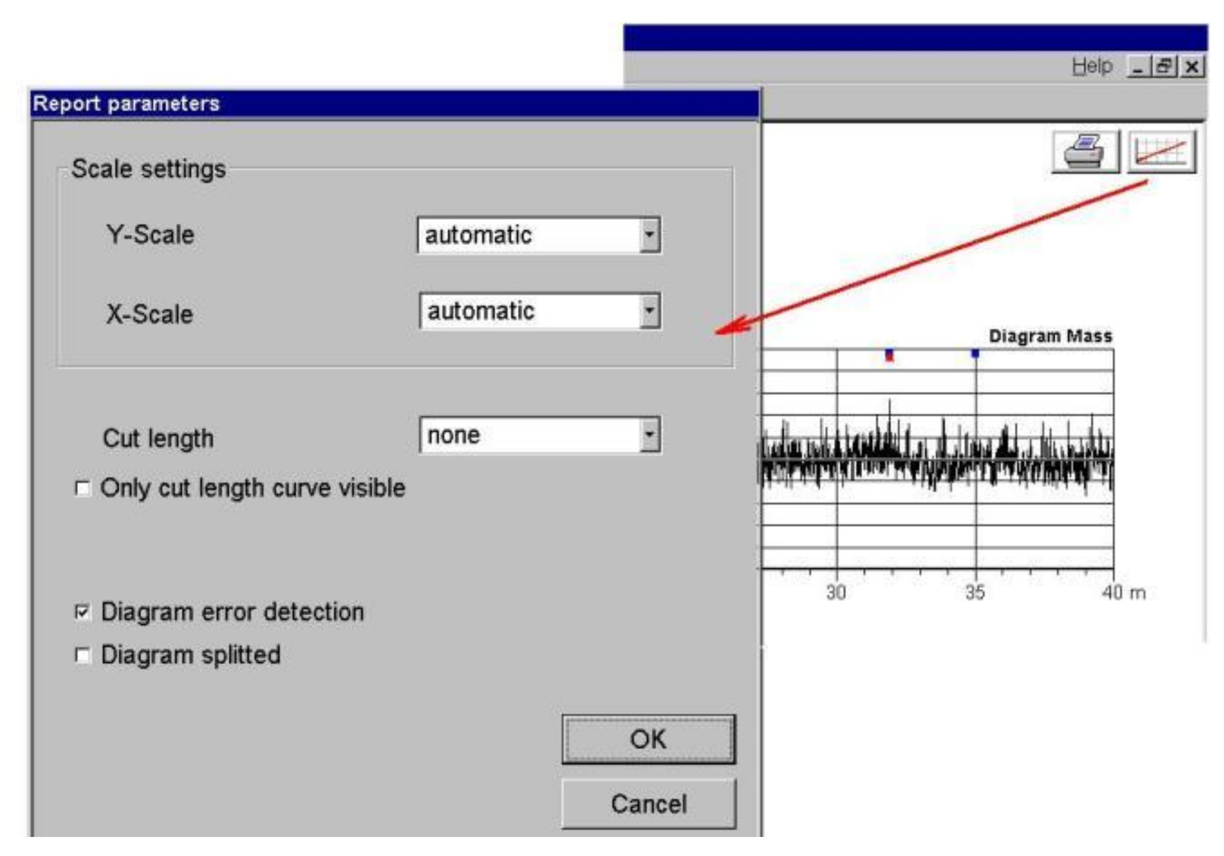


Fig. 199

El zoom del diagrama también se puede realizar haciendo doble clic en el diagrama.

Cambiar la muestra en la ventana de informe

- **Mostrar el mismo informe de la anterior o la siguiente muestra:** Seleccione la opción *Próxima* o *Anterior* del menú *Prueba* o haga clic en uno de los botones de la barra de herramientas. El informe que se muestra es el mismo que antes, pero para otra muestra. Si un filtro se ha establecido, se obtiene la anterior o la siguiente muestra que cumpla los criterios.
- **Mostrar otra muestra en la misma ventana de informe:**
  - Seleccione la opción *Cambiar* del menú *Prueba*
  - Aplicar un filtro si es necesario
  - Seleccione una nueva muestra
- **Selección de una muestra de un informe de largo período:** Haciendo doble clic en un valor en la tabla de largo período o sobre un punto del gráfico de largo período, la muestra del último informe que se ha abierto se sustituye por la muestra que corresponde al valor o el punto en el informe de largo período.

Adición de un informe de prueba

Esta función solamente es accesible cuando múltiples ventanas de informe están habilitadas. Véase el comando *Ajuste de Informes* en el menú *Informes*.

Para abrir un informe adicional en una segunda ventana de la misma muestra, use la opción *Informe adicional* del menú *Informes*.

Ahora, por pasar a la siguiente muestra, el contenido de ambos informes cambia. Podemos decir que tenemos un informe principal y un informe secundario. El informe principal es el primer informe abierto de una muestra. Un informe principal es abierto por la opción *Informe de Prueba*, un informe secundario es abierto por la opción *Informe adicional*.

Si cierra una ventana de informe principal, todos los informes secundarios también se cierran. El cierre de un informe secundario no cierra esta ventana.

Impresión de un informe

Diversas posibilidades para la impresión de informes o de parte de un informe están disponibles.

- **Imprimir el informe completo:** Seleccione la opción *Imprimir* del menú *Imprimir*. Alternativamente, haga clic el botón de impresión de la barra de herramientas o use la tecla de función F5
- **Impresión de la página del informe que se muestra actualmente:** Haga clic en el botón de impresión en la ventana de informe actual.
- **Seleccione algunos informes para la impresión de páginas:** Seleccione la opción *Pronóstico de Impresión* del menú *Imprimir*. Cuando se observa la vista previa de un informe, se abre una ventana para mostrar cómo el documento se imprime. Haga clic en el botón *Imprimir* en la ventana de vista previa y seleccione el rango de páginas en el cuadro de diálogo de impresión.

La calidad de impresión de las tablas de apariencia de los hilados es limitada. Debido a la tecnología de las impresoras de chorro de tinta, la impresión puede tener una apariencia diferente si se utilizaran impresoras láser. Los mejores resultados se pueden lograr cuando la calidad de impresión está ajustada a "normal". Esta no es la configuración por defecto utilizada para imprimir los informes en UT4, pero se puede ajustar individualmente la impresión cuando se comienza a usar la opción *Pronóstico de Impresión*. Seleccione la opción correspondiente en el cuadro de diálogo *Propiedades* de la impresora.

Eliminación de muestras

Seleccione la opción *Borrar Prueba en la Ventana* del menú *Prueba* para eliminar la muestra actual seleccionada en el informe mostrado. Para eliminar varias muestras a la vez, definir un filtro (véase Aplicación de filtros) seleccionando todas las muestras a eliminar. La opción *Borrar todas las pruebas seleccionadas* del menú *Prueba* eliminará todas las muestras que coinciden con las condiciones del filtro.

INTERPRETACIÓN DE VALORES OBTENIDOS CON EQUIPO DE REGULARIMETRÍA USTER TESTER 4

El regularímetro Uster Tester ofrece información sobre la calidad de los diferentes materiales textiles (cintas, mechas e hilos) ya sea a través de:

- Datos numéricos (tablas de valores individuales)
- Gráficos (diagramas, espectrogramas, histogramas, perfil de calidad del hilo, etc.)

Los parámetros de calidad del material que se determinan con los diferentes sensores son:

Sensores **CS** / **MS120**	Sensor **OI**
• Irregularidad de masa U • Coeficiente de variación de masa CVm • Índice de irregularidad • Índice DR • Imperfecciones (Partes delgadas, gruesas y neps) • Título relativo	• Número de partículas de desperdicios (> 500 µm) por kilómetro de hilo • Número de partículas de desperdicios (> 500 µm) por gramo de hilo • Número de partículas de polvo (< 500 µg) por kilómetro de hilo • Número de partículas de polvo (< 500 µg) por gramo de hilo • Tamaño promedio de partículas de desperdicio, en µm • Tamaño promedio de partículas de polvo, en µm
Sensor **OM**	Sensor **OH**
• Diámetro del hilo en dos dimensiones • Coeficiente de variación del diámetro del hilo en dos dimensiones • Desviación estándar del diámetro del hilo en dos dimensiones	• Índice de pilosidad • Desviación estándar de la pilosidad

DEFINICIÓN DE *muestra*, *prueba parcial* y *análisis dentro de*.

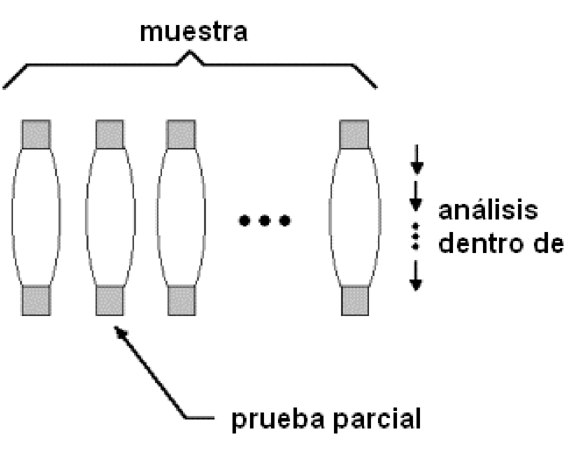


Fig. 200

Una **muestra** es un análisis completo, con ID de prueba. Una **prueba parcial** viene a ser cada huso, cono, bobina de mecha, tacho de carda o manuar, etc. que componen una prueba.

Puede suceder que realizar un solo análisis a cada prueba parcial resulte insuficiente si se desea obtener mayor información de ésta. En ese caso, se programan varios **análisis dentro de** cada prueba parcial.

REPRESENTACIÓN DE DATOS NUMÉRICOS. TABLA DE VALORES INDIVIDUALES

No.	CVm %	CVm 1m	CVm 10m	Index	Thin -50% /km	Thick +50% 7km	Neps +280% /km	mMax 10m %	mMin 10m %	Count 100m Nec	H	sh	Hmax 10m H	Hmin 10m H
1	15.55	5.30	3.05	2.13	20.0	100.0	34.0	7.4	-8.1	19.78	4.45	1.34	4.6	4.3
2	15.39	5.00	2.54	2.11	20.0	92.0	39.0	7.0	-6.5	19.94	4.47	1.37	4.7	4.3
3	15.00	4.90	2.51	2.05	17.0	69.0	24.0	5.1	-5.7	19.89	4.33	1.35	4.5	4.2
4	15.39	4.97	2.32	2.11	24.0	81.0	41.0	5.1	-7.4	20.11	4.33	1.30	4.5	4.2
5	15.44	5.20	2.68	2.11	16.0	99.0	35.0	6.3	-5.6	19.82	4.29	1.27	4.5	4.1
6	15.33	5.27	2.80	2.10	19.0	68.0	33.0	7.7	-7.8	19.48	4.30	1.27	4.5	4.2
7	15.26	5.01	2.66	2.09	14.0	87.0	20.0	9.6	-5.3	19.84	4.76	1.37	5.0	4.5
8	15.32	5.12	2.42	2.10	24.0	84.0	45.0	5.3	-6.1	20.18	4.26	1.30	4.4	4.1
9	15.05	4.61	2.06	2.06	12.0	74.0	36.0	6.1	-4.5	20.13	4.28	1.25	4.4	4.1
10	15.44	5.33	2.74	2.11	23.0	69.0	27.0	6.6	-6.6	20.18	4.51	1.32	4.7	4.3
Mean	15.32	5.07	2.58	2.10	18.9	82.3	33.4	6.6	-6.4	19.93	4.40	1.31	4.6	4.2
USP	65				61	46	46				13	41		
CV	1.1	4.4	10.6	1.1	22.0	14.8	23.2	20.9	17.9	1.1	3.5	3.3	3.5	3.0
Q95	0.12	0.16	0.20	0.02	3.0	8.7	5.6	1.0	0.8	0.16	0.11	0.03	0.1	0.1
Max	15.55	5.33	3.05	2.13	24.0	100.0	45.0	9.6	-4.5	20.18	4.76	1.37	5.0	4.5
Min	15.00	4.61	2.06	2.05	12.0	68.0	20.0	5.1	-8.1	19.48	4.26	1.25	4.4	4.1

Fig. 201

Muestra de manera numérica los valores de las características de calidad analizadas en el material, ordenadas por columnas.

Cada fila indica los valores de cada prueba parcial (submuestra). En caso de haberse realizado análisis *dentro de* cada prueba parcial, los valores mostrados son el promedio de éstos.

En la parte inferior de cada columna se presentan la media aritmética, el coeficiente de variación, el nivel de confianza 95% y los valores máximos y mínimos del total de los análisis efectuados en la prueba.

Ejemplo 1: Valores individuales para un análisis de un hilo 100% algodón; 4,4 micronaire; 38 Ne; 2 pruebas parciales (2 husos) y 3 análisis *dentro de* (3 análisis por huso).

No	CVm %	U% %	Indice	Delg -50% /km	Grue +50% /km	Neps +200% /km	Título Rel. ± %
A/3	12.81	10.06	1.21	6.7	16.7	116.7	-0.9
B/3	12.27	9.76	1.16	0.0	16.7	100.0	0.9
Medio	12.54	9.91	1.19	3.3	16.7	108.3	0.0
CV	2.6	2.1	2.6	154.9	49.0	28.3	1.4
Q95	0.34	0.22	0.03	5.4	8.6	32.1	1.5
Máx	12.92	10.16	1.22	10.0	30.0	150.0	1.9
Mín	12.10	9.56	1.15	0.0	10.0	70.0	-0.9

Fig. 202

Ejemplo 2:

Valores individuales para un análisis de un hilo 100% algodón; 5,2 micronaire; 24 Ne; 12 pruebas parciales (12 husos) y 1 análisis *dentro de* (1 análisis por huso).

No	CVm % 	U% %	Indice	Delg -50% /km	Grue +50% /km	Neps +200% /km	Título Rel. ± %
1	11.35	9.03	1.24	0.0	3.0	5.0	1.9
2	11.22	8.91	1.23	0.0	4.0	10.0	1.3
3	12.04	9.51	1.32	1.0	17.0	15.0	-0.6
4	11.07	8.79	1.21	0.0	11.0	4.0	1.7
5	11.74	9.32	1.29	0.0	6.0	2.0	-0.6
6	10.86	8.63	1.19	0.0	3.0	8.0	-1.3
7	11.15	8.88	1.22	0.0	3.0	3.0	1.2
8	11.06	8.80	1.21	0.0	3.0	6.0	-0.8
9	11.56	9.17	1.27	0.0	6.0	13.0	-5.2
10	11.43	9.07	1.25	1.0	12.0	11.0	-0.2
11	11.51	9.14	1.26	0.0	5.0	12.0	-0.9
12	10.86	8.63	1.19	0.0	4.0	7.0	3.6
Medio	11.32	8.99	1.24	0.2	6.4	8.0	0.0
CV	3.1	3.0	3.1	233.5	70.5	52.5	2.2
Q95	0.23	0.17	0.02	0.2	2.9	2.7	1.4
Máx	12.04	9.51	1.32	1.0	17.0	15.0	3.6
Mín	10.86	8.63	1.19	0.0	3.0	2.0	-5.2

Fig. 203

PARÁMETROS DE CALIDAD

Los parámetros de calidad se ubican formando columnas en el reporte de valores individuales, el equipo UT4 permite mostrar más de 60 de éstos, entre ellos mostramos los principales:

- Irregularidad de masa (U%)
- Coeficiente de variación de masa (CVm)
- Índice
- Imperfecciones
- Título relativo (Título Rel. ±)
- Valor de pilosidad (H)

IMPERFECCIONES

Los hilos de fibra cortada contienen *imperfecciones* que se clasifican en tres tipos:

- Partes delgadas (*thin places*)
- Partes gruesas (*thick places)*
- Neps

Las partes gruesas y partes delgadas exceden en +35% ó –30%, respectivamente, al promedio de la sección transversal del hilo.

Los neps pueden sobrepasar el límite de +100% y se definen con respecto a su tamaño.

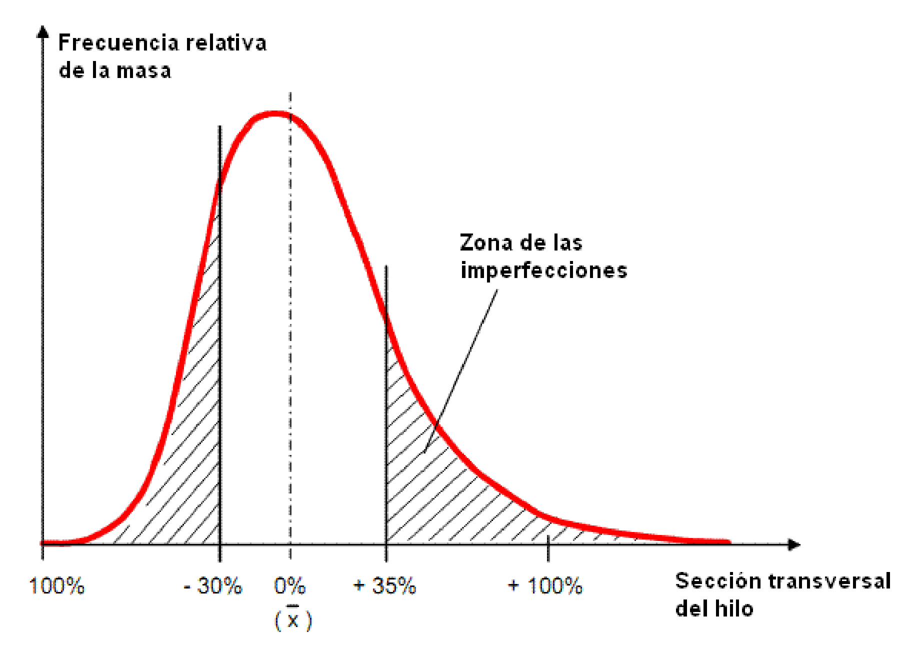


Fig. 204 Distribución de la masa en un histograma, la zona sombreada a ambos lados de la masa media muestra el área de las partes delgadas (lado izquierdo), y las partes gruesas y neps (lado derecho).

Las partes gruesas que excedan el límite ajustado, son marcadas en el diagrama de masa con un triángulo rojo. Los neps que sobrepasen el límite escogido, se marcan con un cuadrado azul y las partes delgadas que excedan la sensibilidad seleccionada, se marcarán con un triángulo rojo sobre la línea de –100%.

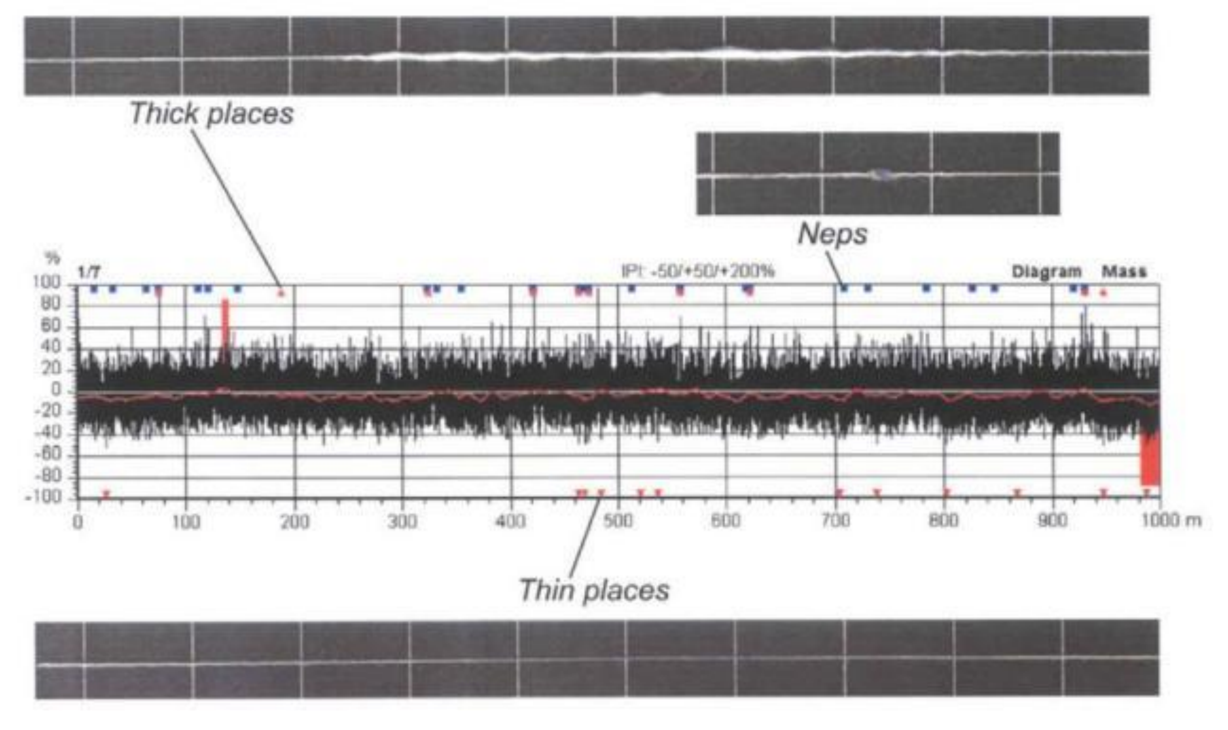


Fig. 205

Las causas de estos diferentes tipos de fallas se encuentran tanto en la materia prima o en un inadecuado procesamiento. Un análisis fiable de estas imperfecciones, por lo tanto, no sólo hará posible alcanzar las condiciones óptimas durante los procesos de hilatura, también puede proporcionar alguna referencia de la calidad de la materia prima utilizada.

Partes delgadas (*thin places)*

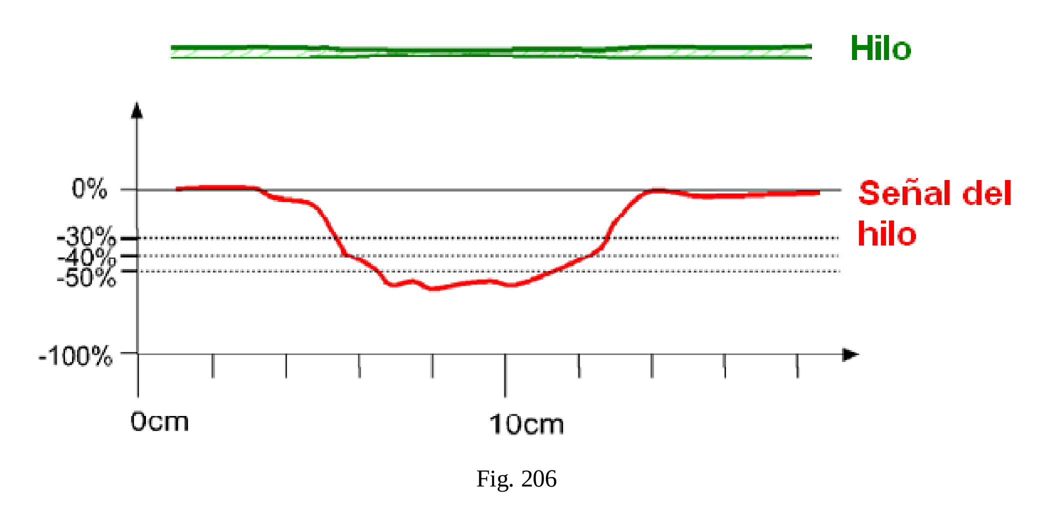


Fig. 206

El regularímetro UT4 permite graduar las sensibilidades de trabajo para las partes delgadas a: -30%, -40%, -50%, -60%. Cada vez que se excede el límite seleccionado, se contabiliza como una parte delgada.

Normalmente se trabaja a la sensibilidad de -50%, contando como parte delgada todas aquellas zonas del hilo a las que le falta un 50% ó más de la masa media.

Para un mismo hilo, si se trabaja al -60% de sensibilidad, tendremos menos puntos finos ya que se exige que le falte más del 60% de la masa media para contabilizarlo como parte delgada.

Partes gruesas (*thick places)*

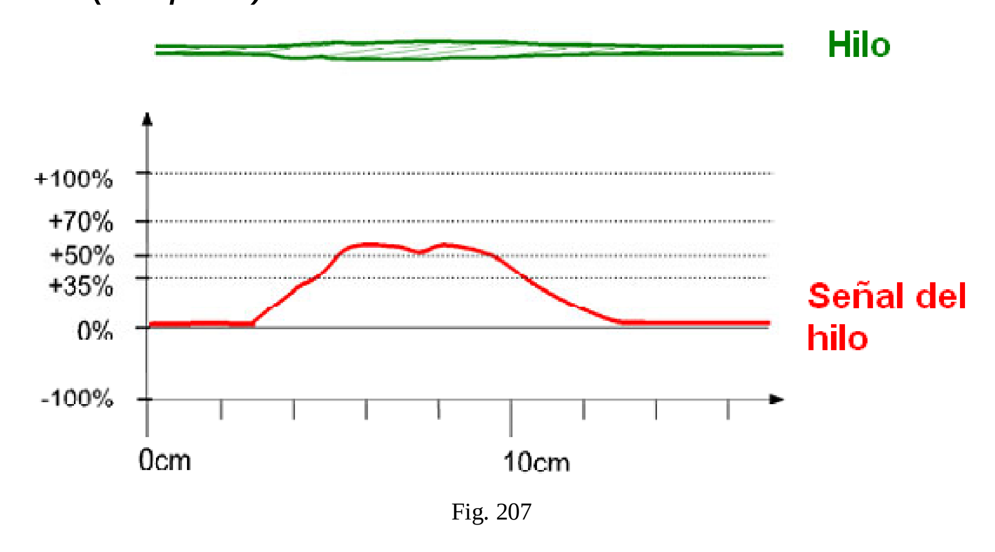


Fig. 207

El regularímetro UT4 permite graduar las sensibilidades de trabajo para las partes gruesas a: +35%, +50%, +70%, +100%. Cada vez que se excede el límite seleccionado, se contabiliza como una parte gruesa.

La sensibilidad más habitual para determinar las partes gruesas es +50%

Como las partes gruesas y los neps deben contabilizarse separadamente, debe hacerse una diferenciación entre los dos tipos de imperfecciones. Las partes gruesas frecuentes presentan una longitud que corresponde con la longitud media de la fibra. Por lo tanto, el regularímetro se debe programar para diferenciar entre hilos de fibras cortas (algodón y mezclas de algodón-poliéster) e hilos de fibras largas (lana y mezclas de lana-acrílico).

Neps

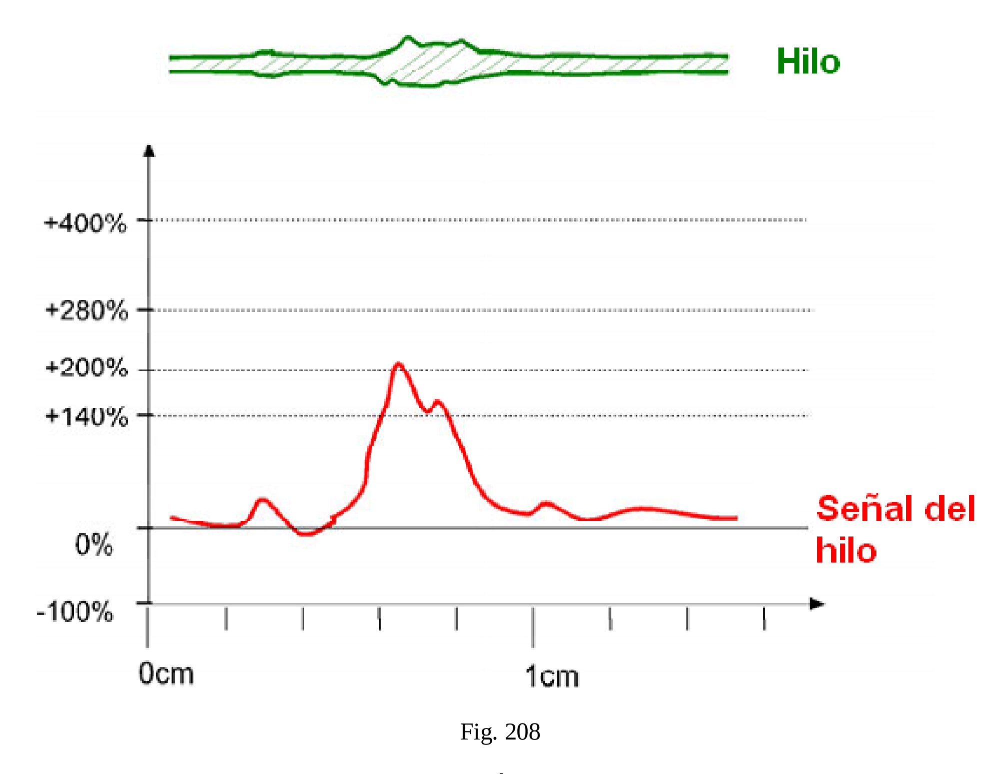


Fig. 208

Un nep es una parte gruesa muy corta en el hilo. Éste puede ser un nep de fibra, un nep de cascarilla o una partícula de impureza.

El regularímetro UT4 permite graduar las sensibilidades de trabajo para los neps a: +140%, +200%, +280%, +400%. Cada vez que se excede el límite seleccionado, se contabiliza como un nep.

La sensibilidad habitual es de +200%. En los hilos a rotor es costumbre trabajar a +280%.

El incremento para neps es calculado para una longitud de 1 mm: o sea, un incremento de 100% sobre 3 mm equivaldría a un incremento de 300% de 1 mm, y se contabilizaría como un nep si la sensibilidad ajustada fuera +280%.

La longitud máxima para neps está limitada a 4 mm.

Podemos calcular los neps por gramo en un hilo dividiendo los neps que da el regularímetro, por cada 1000 metros de hilo, por el título tex del mismo.

Otro ejemplo: Se tienen dos neps con las siguientes dimensiones:

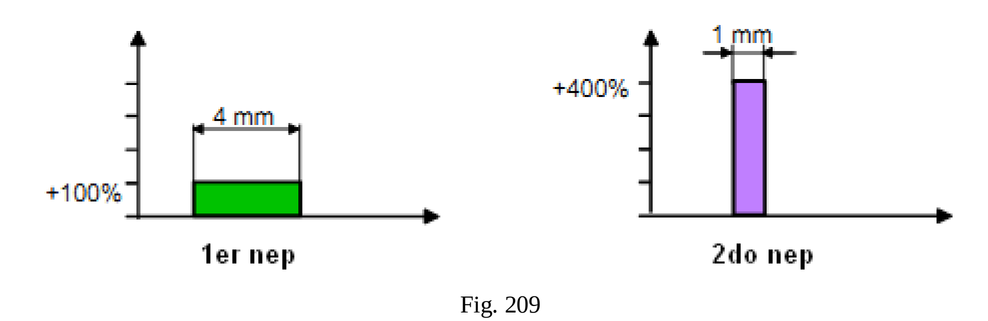


Fig. 209

Para una longitud de referencia de 1 mm, el equipo UT4 reconoce al primer nep como equivalente al segundo, contabilizándolo a una sensibilidad de +400%. Ambos neps mostrados revisten la misma gravedad para un tejido de calada o de punto.

Ejercicios:

- ¿Cuántos neps habrá en una bobina de 1150 gramos, si el reporte de imperfecciones de un regularímetro indica 138/1000 m y el Ne del hilo es 30?

- Durante el análisis en un regularímetro UT4 a un hilado 20 Ne hecho con algodón de 4,7 micronaire aparece una zona que presenta 210 fibras por sección. Si la sensibilidad para partes gruesas del equipo está regulada en +35%… ¿Lo reconocerá como imperfección? ¿Por qué?

Explicación de los ajustes para las imperfecciones

Tipo de imperfección	Ajuste	Definición de la imperfección	Descripción de la imperfección
Parte delgada	-60%	Si el contador está activado, la sección transversal en la parte delgada es solamente el 40% del valor medio, o menos.	Parte delgada muy grave en el hilo. Fácil de reconocer en el tablero de apariencia desde unos metros de distancia.
	-50%	Si el contador está activado, la sección transversal en la parte delgada es solamente el 50% del valor medio, o menos.	Parte delgada grave en el hilo. Fácil de reconocer en el tablero de apariencia desde un metro de distancia.
	-40%	Si el contador está activado, la sección transversal en la parte delgada es solamente el 60% del valor medio, o menos.	Parte delgada pequeña en el hilo. Solamente visible en el tablero de apariencia a una distancia cercana.
	-30%	Si el contador está activado, la sección transversal en la parte delgada es solamente el 70% del valor medio, o menos.	Parte delgada muy pequeña en el hilo. Difícilmente visible en el tablero de apariencia.
Parte gruesa	+100%	Si el contador está activado, la sección transversal en la parte gruesa es el 200% del valor medio, o más.	Parte gruesa muy grave en el hilo. Fácil de reconocer en el tablero de apariencia desde unos metros de distancia.
	+70%	Si el contador está activado, la sección transversal en la parte gruesa es el 170% del valor medio, o más.	Parte gruesa grave en el hilo. Fácil de reconocer en el tablero de apariencia desde un metro de distancia.
	+50%	Si el contador está activado, la sección transversal en la parte gruesa es el 150% del valor medio, o más.	Parte gruesa pequeña en el hilo. Visible en el tablero de apariencia a una distancia cercana.
	+35%	Si el contador está activado, la sección transversal en la parte gruesa es el 135% del valor medio, o más.	Parte gruesa muy pequeña en el hilo. Difícilmente visible en el tablero de apariencia.
Nep	+400%	Si el contador está activado, la sección transversal en el nep es el 500% del valor medio, o más.	Nep muy grande. Fácil de reconocer en el tablero de apariencia desde unos metros de distancia.
	+280%	Si el contador está activado, la sección transversal en el nep es el 380% del valor medio, o más.	Nep grande. Fácil de reconocer en el tablero de apariencia desde un metro de distancia.
	+200%	Si el contador está activado, la sección transversal en el nep es el 300% del valor medio, o más.	Nep pequeño. Visible en el tablero de apariencia a una distancia cercana.
	+140%	Si el contador está activado, la sección transversal en el nep es el 240% del valor medio, o más.	Nep muy pequeño. Visible en el tablero de apariencia solamente bajo una observación muy cercana.

TÍTULO RELATIVO (Título Rel. ±)

Viene a ser la desviación de masa expresada como porcentaje de toda la longitud de ensayo de cada análisis y comparada con la masa promedio de todas las muestras (= 0%). Este valor es una indicación de las desviaciones de título relativo de los análisis *dentro de* bobinas (CV_W) y las variaciones de título entre las canillas ($CV_{b\ count}$).

Debido a que las mediciones de título relativo son con base solamente a la señal de medición capacitiva, éstas son muy sensible a las condiciones climáticas en el laboratorio y a la humedad del material. Un ligero cambio de esos factores durante el ensayo puede producir uno o varios resultados falsos; por lo que los valores de título relativo no pueden reemplazar a las mediciones regulares de título de hilo, las cuales tienen que ser realizadas con una balanza.

VALOR DE PILOSIDAD (H)

La unidad de medición SENSOR OH analiza la pilosidad de aproximadamente 1 cm de hilo.

Como la intensidad de la luz que incide sobre el campo de medición es proporcional a la longitud de todas las fibras que emergen del hilo, el valor H viene a ser la longitud – en cm – de todos los extremos de fibras que sobresalen del eje central del hilo.

En consecuencia, un valor H de 4,0 – por ejemplo – es equivalente a una longitud total de 4 cm de fibras que sobresalen por cada centímetro de hilo. La pilosidad H es el ratio entre 2 longitudes y, por lo tanto, adimensional.

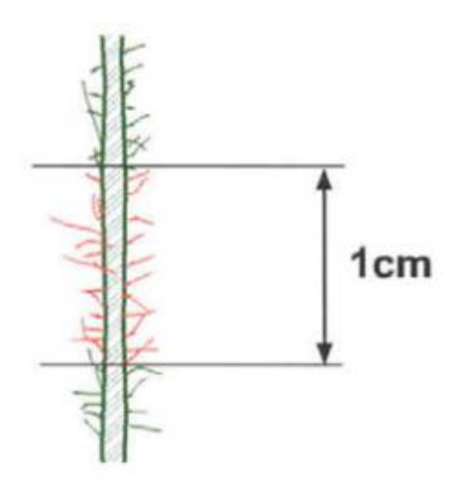


Fig. 210

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS

Los parámetros estadísticos se ubican formando filas en la parte inferior del reporte de valores individuales, entre ellos tenemos:

MEDIO

Es la media aritmética de los valores de las pruebas parciales, si se ha realizado ensayos *dentro de*, es la media aritmética de los promedios de cada prueba parcial.

USP

Indica el nivel de calidad del parámetro según las Estadísticas Uster; esta fila sólo muestra datos si previamente se ha definido comparar la muestra en la pestaña *Datos característicos* del software *Test Job Editor*.

CV

Es el coeficiente de variación los valores de las pruebas parciales.

NIVEL DE CONFIANZA AL 95% (Q95)

Indica, con rigor estadístico, la variabilidad posible de valor dado; es imprescindible considerar estos límites de confianza al interpretar los resultados del análisis.

Como los resultados de la variación de masa siguen la forma de una distribución normal de frecuencias, entonces debe determinarse primero el valor medio $\bar{x}$ y la desviación estándar σ.

El intervalo de confianza del 95% se calcula según la relación:

$$Q_{95\%} = \bar{x} \pm \left(\frac{t}{\sqrt{n}} \cdot \sigma \right)$$

En la tabla siguiente se muestran los valores del factor *t* según el tamaño de la muestra *n*:

n	*t*
2	12,71
3	4,30
4	3,18
5	2,78
6	2,57
7	2,45
8	2,36
9	2,31
10	2,26
11	2,23
12	2,20
13	2,18

n	*t*
14	2,16
15	2,14
16	2,13
17	2,12
18	2,11
19	2,10
20	2,09
21	2,09
22	2,08
23	2,07
24	2,07
25	2,06

n	*t*
26	2,06
27	2,06
28	2,05
29	2,05
30	2,04
40	2,02
50	2,00
60	2,00
100	1,98
120	1,98
∞	1,96

Ejemplo 1: De un lote de hilo de algodón de 1 millón de bobinas de algodón cardado, Nm 68, una muestra de 10 bobinas es analizada en un regularímetro. Este equipo arrojó los siguientes resultados de CV masa:

17,17 – 18,07 – 17,42 – 17,77 – 17,24 – 17,50 – 17,13 – 17,89 – 16,75 – 17,20

Los parámetros de estos valores fueron:

$\bar{x} = 17{,}4\%$ y $\sigma = 0{,}40$

El rango de confianza al 95% es por lo tanto:

$$Q_{95\%} = 17,4 \pm \left(\frac{2,26}{\sqrt{10}} \cdot 0,40 \right) = 17,4 \pm 0,3$$

En caso de analizar todas las bobinas del lote, se conocería el valor medio real del lote. Pero en vista de que solamente se analizaron 10 bobinas, sólo podemos indicar los límites dentro de los cuales se sitúa el valor medio real del lote. Mientras más grande sea el número de muestras al azar, menor es la tolerancia del resultado.

Por lo tanto podemos indicar – con una seguridad estadística del 95% – que el valor medio real del lote se sitúa entre

17,1% ……. 17,7%

Ejemplo 2: Sea un hilo con un CVm = 15% y una desviación estándar entre los 10 ensayos realizados de 0,57. Para un nivel de confianza del 95% se obtiene el valor de *t* = 2,26.

$$Q_{95\%} = 15 \pm \left(\frac{2,26}{\sqrt{10}} \cdot 0,57 \right) = 15 \pm 0,4$$

Observamos que al aplicar la fórmula tendremos que el CV real se encuentra situado, a un nivel de probabilidad del 95%, entre 14,6 y 15,4, aunque el valor promedio de los 10 ensayos realizados sea del 15%.

Anotación: El concepto del Q95 no solamente se emplea en la variación de masa, sino también en resistencia, densidad lineal, torsión, etc.

MÁXIMO

Es el valor más alto de las pruebas parciales, de haberse realizado ensayos *dentro de*, es el valor más alto de éstos.

MÍNIMO

Es el valor más bajo de las pruebas parciales, de haberse realizado ensayos *dentro de*, es el valor más bajo de éstos.

REPORTES GRÁFICOS

DIAGRAMA DE MASA

Es un reporte que indica de forma gráfica la variación de la masa del material analizado y es parte importante del ensayo de regularimetría. Contiene gran cantidad de información que no puede ser proveída por el espectrograma, por los valores de U/CV o por el conteo de imperfecciones.

El eje vertical indica la variación de la masa del material, con valores positivos y negativos. La línea cero a la mitad del diagrama representa el valor promedio de la masa; éste es determinado con los primeros metros del material al comienzo del ensayo. El eje horizontal representa la longitud del material (en metros o yardas) analizado.

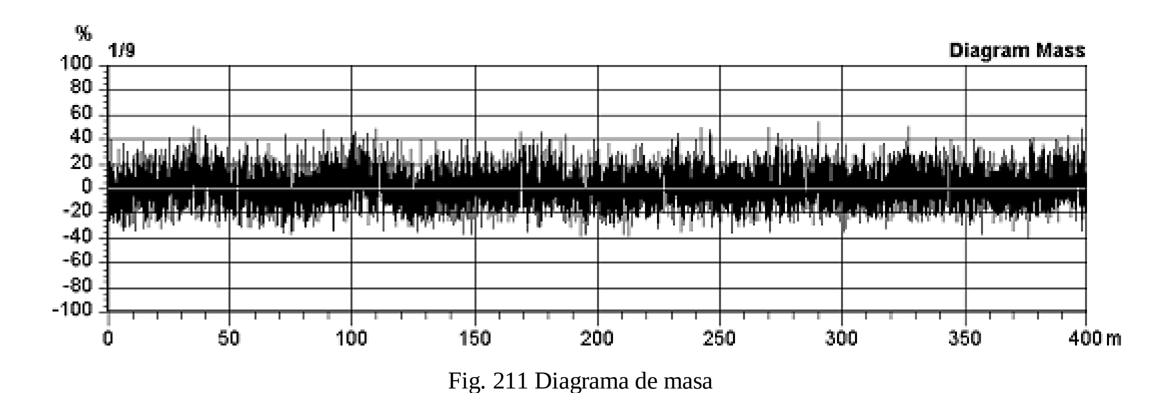


Fig. 211 Diagrama de masa

El diagrama de masa muestra si ocurre alguna significativa desviación aleatoria de la masa o un incremento en la variación a lo largo del material analizado. Para que las desviaciones de masa más distintivas sean fáciles de detectar, es común que se remarque con un color diferente las zonas correspondientes a éstas.

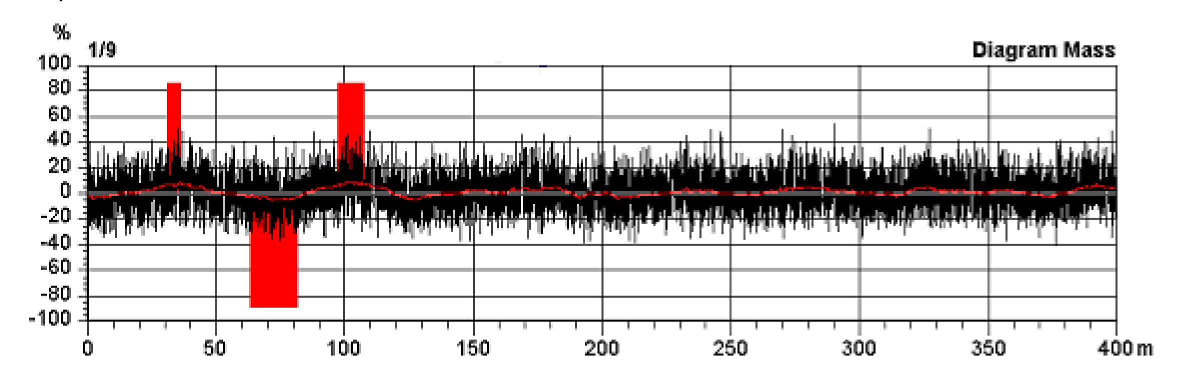


Fig. 212 Diagrama de masa donde se resaltan las zonas gruesas y delgadas

El diagrama de masa es valioso para la detección de:

- Fallas poco frecuentes en el material.
- Variaciones de masa de largo periodo.
- Variaciones periódicas de masa con longitudes de ondas mayores de 100 metros y que, por lo tanto, no pueden ser confirmadas por el espectrograma.
- Partes delgadas y gruesas extremas.
- Ocurrencia aleatoria de partes delgadas y gruesas que tienden a aparecer en los lotes.
- Variaciones lentas de la masa promedio.
- En defectos periódicos, puede determinar si éstos se presentan permanentemente o aparecen solamente en algunos lotes.
- Con análisis *dentro de* una bobina, puede confirmarse si las fallas poco frecuentes (defectos) y los cambios en el valor de la masa promedio se producen sólo sobre un número de kilómetros.
- Con valores de medición inusuales, el diagrama de masa a menudo se emplea para demostrar cuando éstos refieren una medición defectuosa o correcta.

Prueba nº	Fibras por sección x_i	Desviación lineal $x_i - \bar{x}$	Diagrama de irregularidad (- 20 -10 0 +10 +20)	Desviación cuadrática $(x_i - \bar{x})^2$
1	63	–1		1
2	60	–4		16
3	68	+4		16
4	46	–18		324
5	75	+11		121
6	81	+17		289
7	64	0		0
8	63	–1		1
9	72	+8		64
10	55	–9		81
11	62	–2		4
12	65	+1		1
13	70	+6		36
14	44	–20		400
15	66	+2		4
16	51	–13		169
17	84	+20		400
18	82	+18		324
19	53	–11		121
20	79	+15		225
21	73	+9		81
22	56	–8		64
23	45	–19		361
24	77	+13		169
25	83	+19		361
26	58	–6		36
27	47	–17		289
28	63	–1		1
29	65	+1		1
30	73	+9		81
31	70	+6		36
32	51	–15		225
33	55	–9		81
34	62	–2		4
35	65	+1		1
36	56	–8		64
37	72	+8		64
38	66	+2		4
39	60	–4		16
40	58	–6		36
41	68	+4		16
41	**2624**	**348**		**4588**
n	$\sum x_i$	$\sum \lvert x_i - \bar{x} \rvert$		$\sum (x_i - \bar{x})^2$

Cálculos

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{2624}{41} = 64$$

$$DM = \frac{\sum \lvert x_i - \bar{x} \rvert}{n}$$

$$DM = \frac{348}{41} = 8{,}5$$

$$U\% = \frac{DM}{\bar{x}} \cdot 100$$

$$U\% = \frac{8{,}5}{64} \cdot 100 = 13{,}3\%$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{4588}{41}} = 10{,}6$$

$$CV\% = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100$$

$$CV\% = \frac{10{,}6}{64} \cdot 100 = 16{,}5\%$$

Ejemplos de la aplicación de diagramas

Ejemplo 1: Hilo de 100% algodón, Nm 85 (Ne 50). Se observa una falla periódica causada por un cilindro frontal con un defecto en la continua de hilar; este defecto se localizó a un lado del cilindro frontal y fue debido a un defecto en su esmerilado.

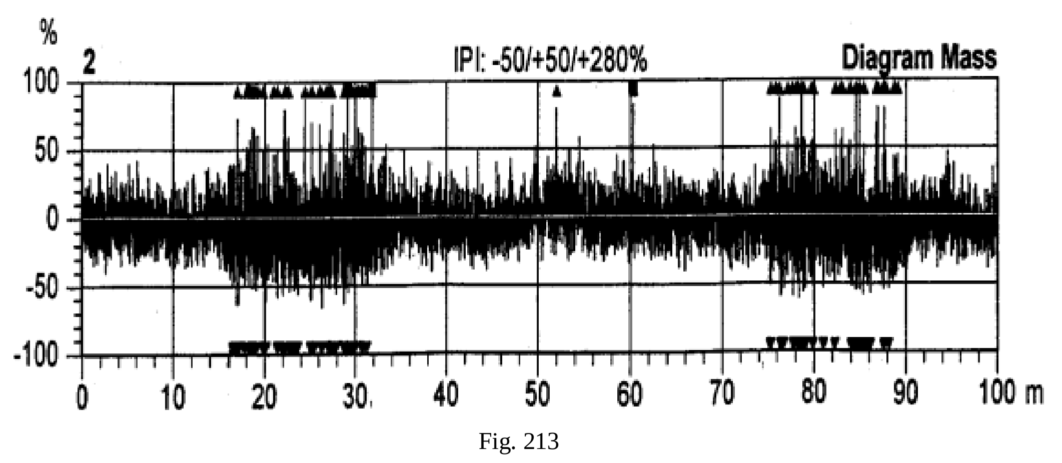


Fig. 213

Ejemplo 2: Hilo de 100% algodón, Nm 50 (Ne 30). Este hilo se caracteriza por variaciones aleatorias de masa de largo periodo como resultado de una regulación inadecuada del manuar.

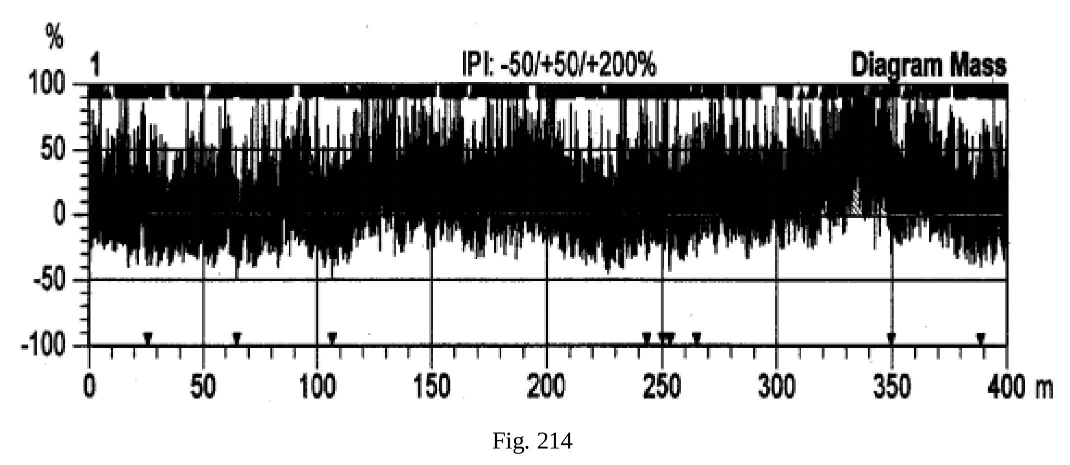


Fig. 214

Ejemplo 3: Hilo de filamento, (nylon 6.6), 22 fibras de 7 dtex cada una. La variación de masa no es estrictamente periódica, causada por turbulencia de corrientes de aire en la cámara de secado (hilatura del nylon).

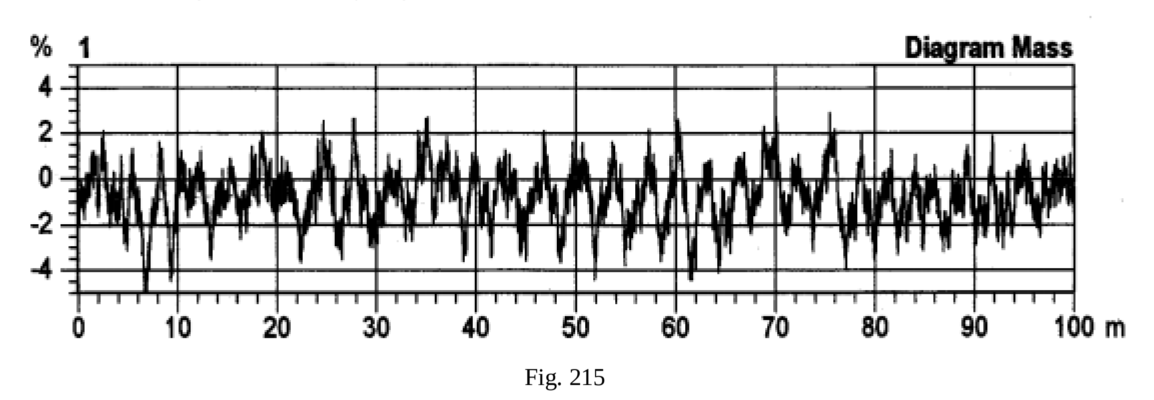


Fig. 215

HISTOGRAMA DE MASA

El histograma es un diagrama de la distribución de la variación de masa. Muestra información gráfica de manera resumida todas las desviaciones de la masa registradas en un ensayo de regularimetría.

La fig. 216 muestra la relación entre el diagrama de masa y el histograma de masa

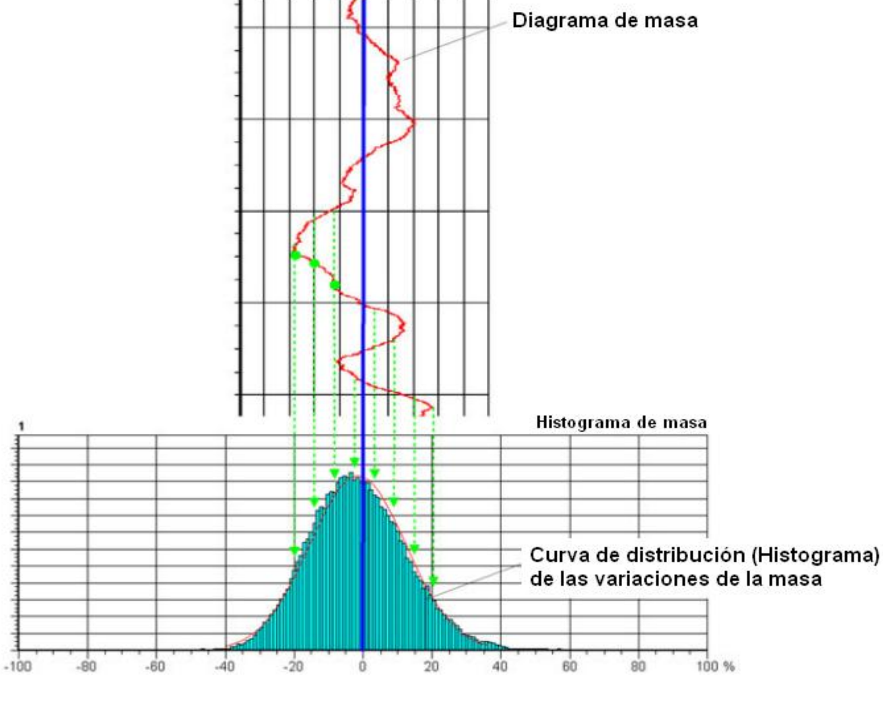


Fig. 216

Cada punto de medición en el diagrama es un valor que se transfiere horizontalmente al histograma y representa un valor en éste, en la misma desviación relativa al valor promedio 0% del diagrama de masa.

Aplicación del histograma de masa

Las desviaciones de masa de una cinta, mecha o hilo siguen una distribución normal de frecuencias. Una forma distinta del histograma (distribución asimétrica, distribución bimodal, etc.) indica disturbios durante el proceso de hilandería.

Ejemplo: Se analizó una mecha de algodón 1,1 Nm con excesiva irregularidad, se tomaron 2 bobinas y a cada una se le realizó un ensayo, las condiciones del mismo fueron: 50 m/min (velocidad) y 0,5 min (tiempo).

La tabla de los valores individuales de la prueba se muestra a continuación:

No	U% %	CVm %	CVm 1m %	CVm 3m %	CVm 10m %	Título Rel. ± %
32	10.99	15.29	4.94			1.7
68	12.13	17.42	4.77			-1.7
Medio CV Q95	11.56	16.36	4.86			0.0

Los diagramas de masa muestran una alta irregularidad del material, con presencia de partes gruesas, pero la mayoría de las zonas están por debajo de la masa media (línea central del 0%):

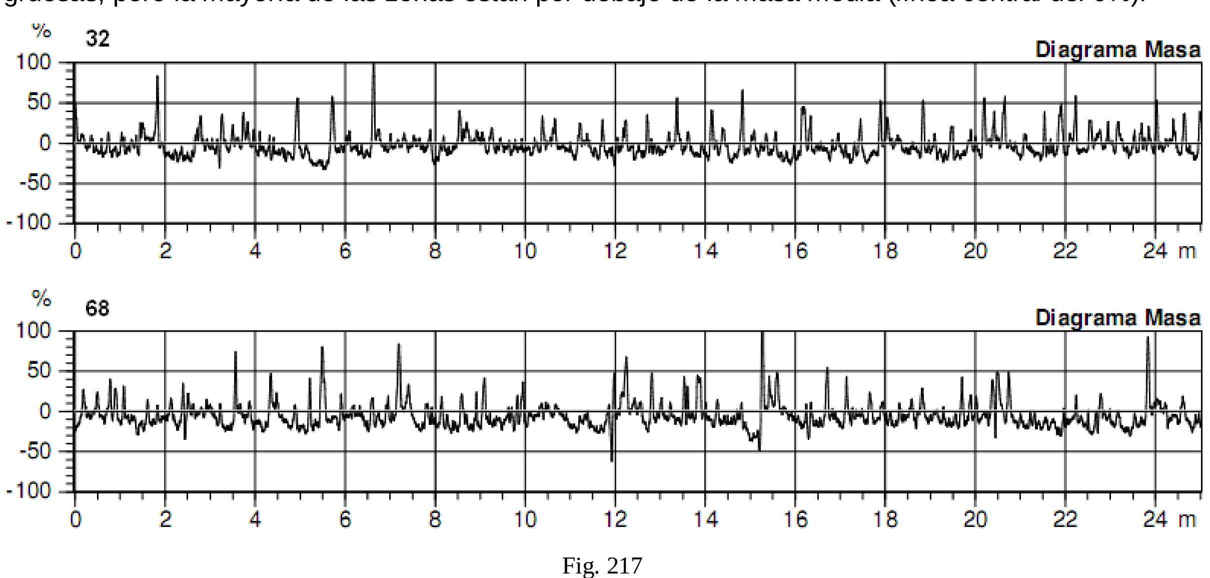


Fig. 217

Los histogramas de masa confirman, en ambas muestras, una distribución asimétrica, indicando una gran cantidad de mediciones con menos masa que el promedio.

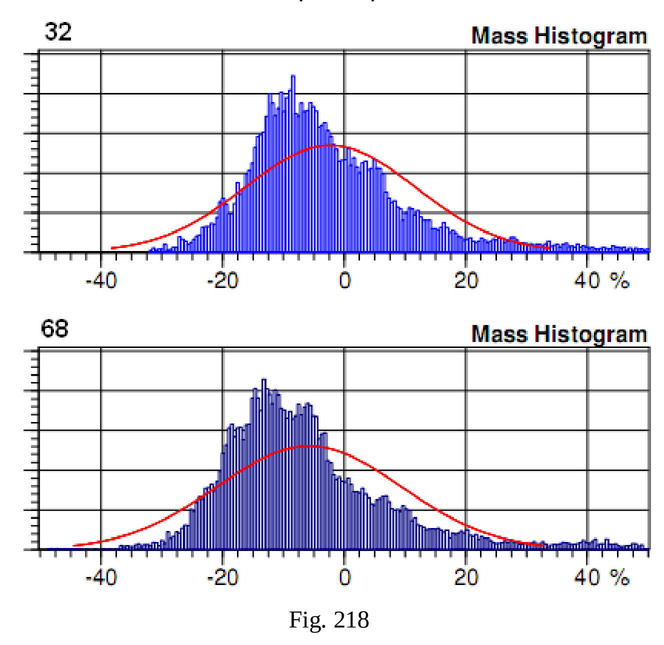


Fig. 218

Conversión de CV% a U% y viceversa, de acuerdo al diagrama de masa

Según el tipo de diagrama de masa obtenido en el ensayo de regularimetría, se puede determinar la relación de conversión entre el CV y U, por ejemplo:

- Si la variación de la masa es distribuida simétricamente y muestra un solo pico (moda) en el histograma de masa, entonces se establece la relación $CV_m = 1{,}25 \cdot U_m$

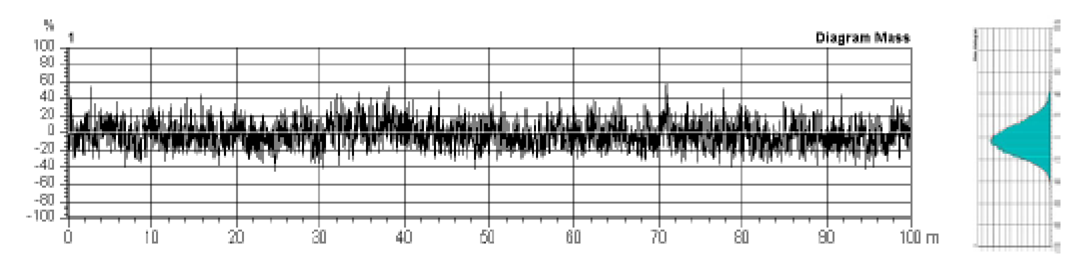


Fig. 219 Diagrama de masa con una distribución normal

- Si la variación de la masa es distribuida asimétricamente (con frecuentes y acentuadas partes gruesas) y muestra un solo pico (moda), en el histograma de masa, la siguiente conversión debe ser empleada: $CV_m > 1{,}25 \cdot U_m$

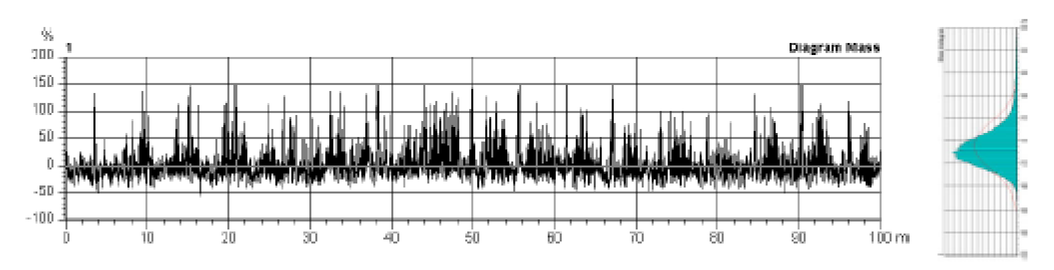


Fig. 220 Diagrama de masa con una distribución asimétrica

- Si una fuerte variación de masa se presenta (dos o más picos en el histograma) la siguiente relación debe ser empleada $CV_m < 1{,}25 \cdot U_m$

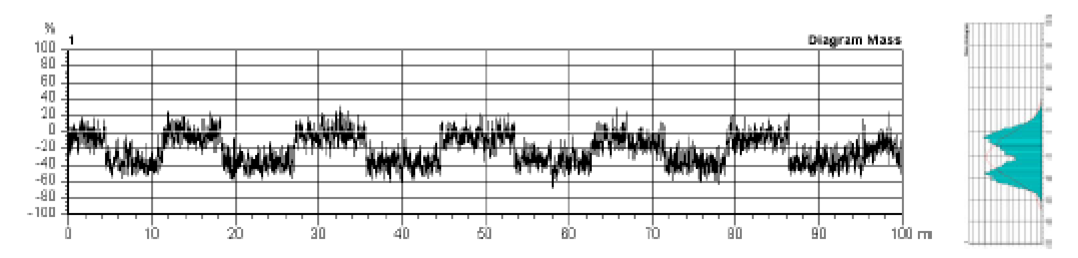


Fig. 221 Diagrama de masa con variación periódica de masa

ESPECTROGRAMA

Introducción. Espectrograma de frecuencias

Un espectrograma indica la frecuencia con la que un defecto ocurre de manera cíclica.

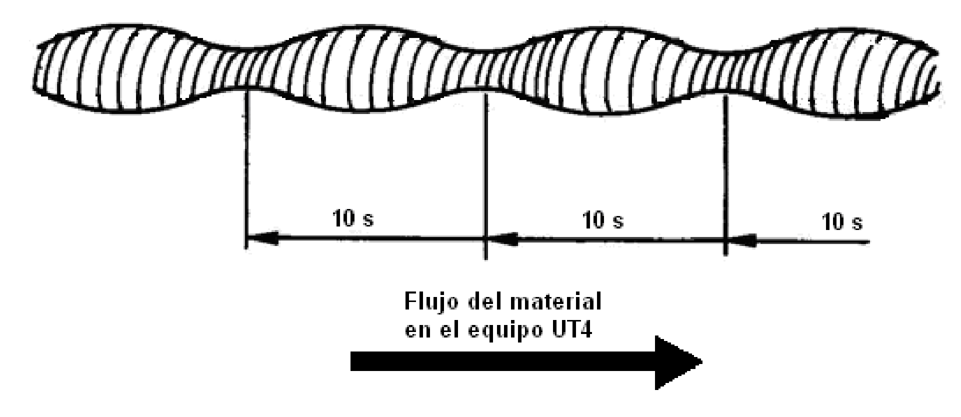


Fig. 222

Si, por ejemplo, al analizar un material en el equipo UT4 y éste detecta una falla periódica cada 10 segundos (fig. 222), la frecuencia f1 del defecto será de 0,1 Hz (1 hercio es un suceso o fenómeno que se repite una vez por segundo). Se mostrará, entonces, un pico (torre, chimenea) en el espectrograma en la posición f1, según la fig. 223.

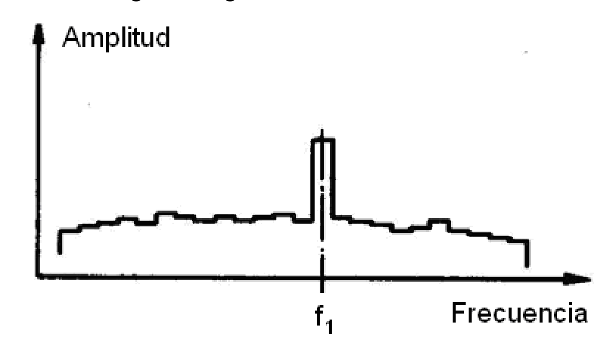


Fig. 223 Cuando ocurre un defecto periódico, una chimenea se remarca según la frecuencia f1 del defecto

¿Qué son los defectos periódicos?

Vienen a ser los defectos que aparecen de manera cíclica (periódica), es decir, se repiten constantemente a cierta longitud del material. En la figura 224 se muestra la aparición de un defecto periódico.

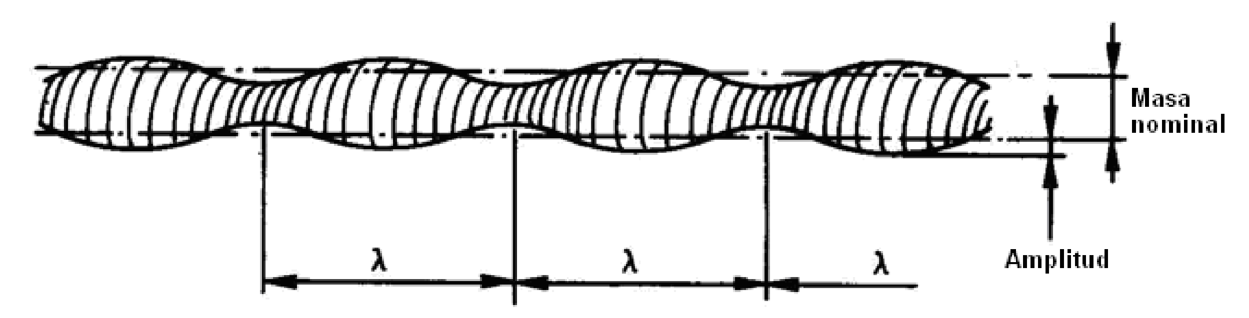


Fig. 224 Aparición de una falla periódica en un material textil. Las partes delgadas aparecen siempre distanciadas a una longitud constante λ.

Las variaciones periódicas de masa en el hilo pueden ocasionar mal aspecto de los tejidos elaborados con él. No son causadas por la materia prima, sino se deben a fallas durante el proceso de hilandería; tales fallas deben ser detectadas tan pronto sea posible.

ESPECTROGRAMA DE MASA

Para ensayos textiles, el espectrograma de frecuencias no es muy práctico. Se prefiere una representación que hace referencia a la longitud de onda. Entre la frecuencia y la longitud de onda hay una simple relación:

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

Donde:

f : frecuencia del defecto periódico (s-1)
v : velocidad del material en el equipo (m/s)
λ : longitud de onda del defecto periódico (m)

El espectrograma de masa es un gráfico que provee el equipo UT4 y tiene como principal objetivo analizar y clasificar los defectos de masa periódicos por su **longitud de onda**, resaltando ésta mediante una *torre* o *chimenea*, cuya altura está definida por la amplitud (gravedad) de la variación de masa.

La longitud de onda indica directamente a qué intervalo se repiten las fallas periódicas. La exacta denominación de la curva producida por el regularímetro UT4 es espectro de longitud de onda conocida simplemente como espectrograma.

Comparación entre el diagrama y el espectrograma

Las variaciones periódicas de masa, ocurren no sólo en los productos previos a la hilatura, sino también en hilos, debido a limpieza deficiente en cardas, excentricidad de cilindros de estiraje, banditas defectuosas, etcétera, pudiendo producir variaciones de masa periódicas.

Lamentablemente no es posible reconocer y analizar este tipo de fallas en el diagrama de masa, para este propósito, se emplea el espectrograma de masa.

El diagrama (figura 225) es una representación de la variación de la masa en función de la **longitud del material**, mientras que el espectrograma (figura 226) es una representación de la variación de la masa en función de la **longitud de onda del defecto**.

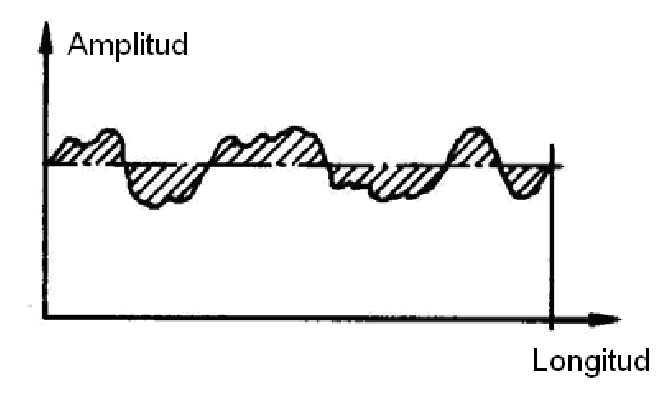


Fig. 225 Diagrama de masa: Representación de las variaciones de masa en función de la longitud del material

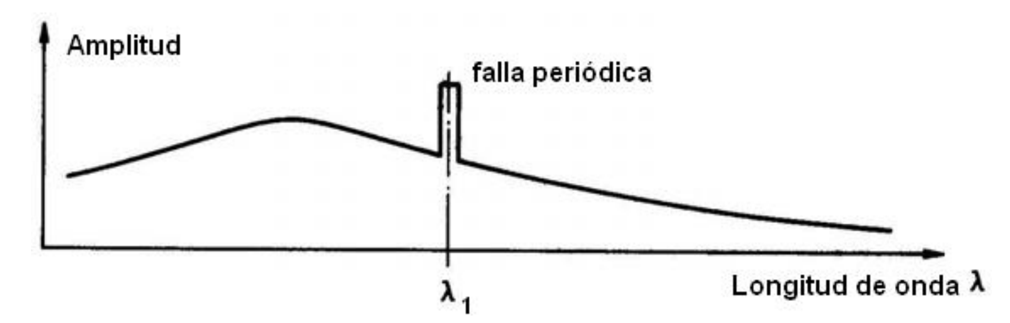


Fig. 226 Espectrograma de masa: Representación de las variaciones de masa en función de la longitud de onda del defecto

Ventajas del espectrograma respecto al diagrama de masa

- En el diagrama, varios tipos de fallas periódicas también pueden ser reconocidas, pero la determinación de éstas es mucha más dificultosa sin el espectrograma.
- Dos o más fallas periódicas en el mismo material difícilmente son reconocidos en el diagrama, mientras que son claramente evidentes en el espectrograma.
- La prueba de fallas periódicas en el diagrama requiere, en algunos casos, una reducción drástica de la velocidad de ensayo, mientras el espectrograma puede ser determinado con la velocidad máxima de ensayo.

Características de un espectrograma

Un espectrograma puede dividirse en cuatro campos principales, como se muestra en la fig. 227:

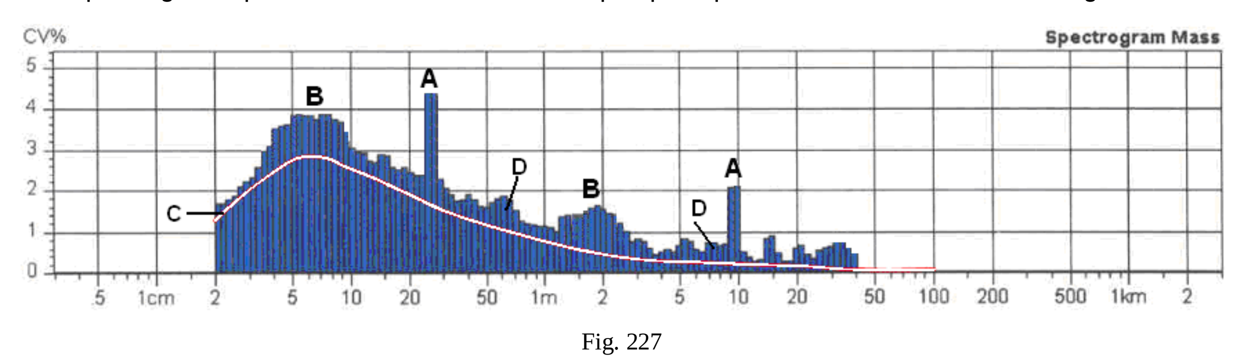


Fig. 227

- Las irregularidades periódicas A (longitud de onda periódica) son ocasionadas por defectos mecánicos durante el proceso. Estos defectos pueden eliminarse completamente.
- Las ondas de estiraje B pueden eliminarse parcialmente y – en algunos casos – completamente; dependiendo del sistema de estiraje y de la clase de fibra. Las fibras artificiales y sintéticas cortadas generalmente producen longitudes de onda periódicas de estiraje.
- Las irregularidades al azar C (espectrograma ideal, línea clara) se deben a la distribución de fibras al azar, la cual no tiene ninguna influencia.
- El campo intermedio D, entre el espectrograma ideal y el que presenta defectos, es la región de las imperfecciones en el sistema de estiraje.

Influencia de las fallas periódicas en el espectrograma

Si una variación de masa periódica con una longitud de onda λ aparece en el material (fig. 228), una chimenea es colocada en el espectrograma en la posición λ (fig. 229). La altura de esta chimenea es una medida de la intensidad de la falla periódica. En el siguiente ejemplo, la longitud de onda λ es 20 metros.

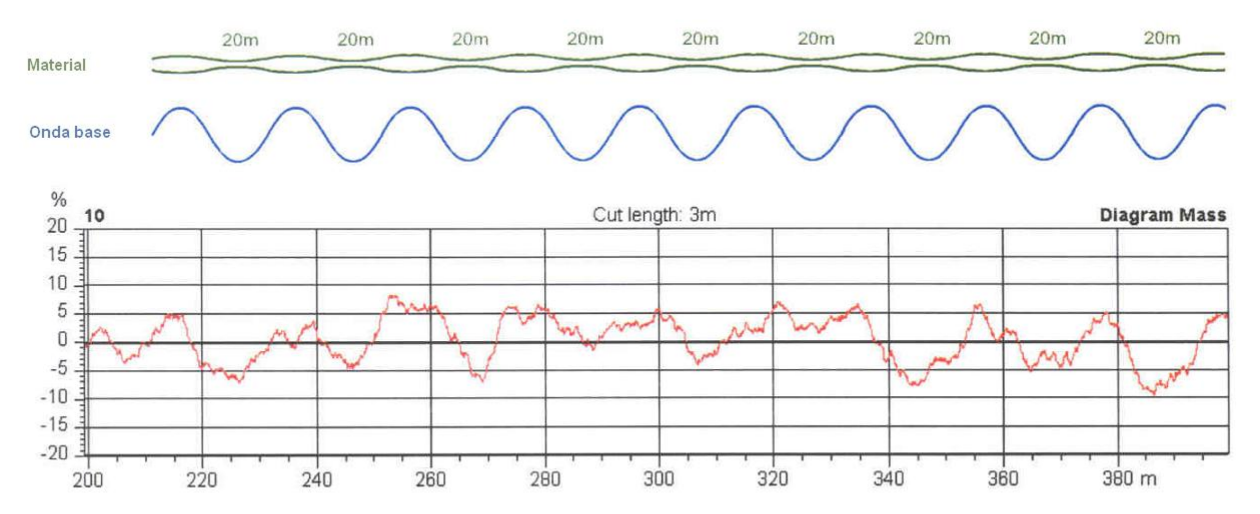


Fig. 228 Aparición de un defecto periódico en el material cada 20 metros

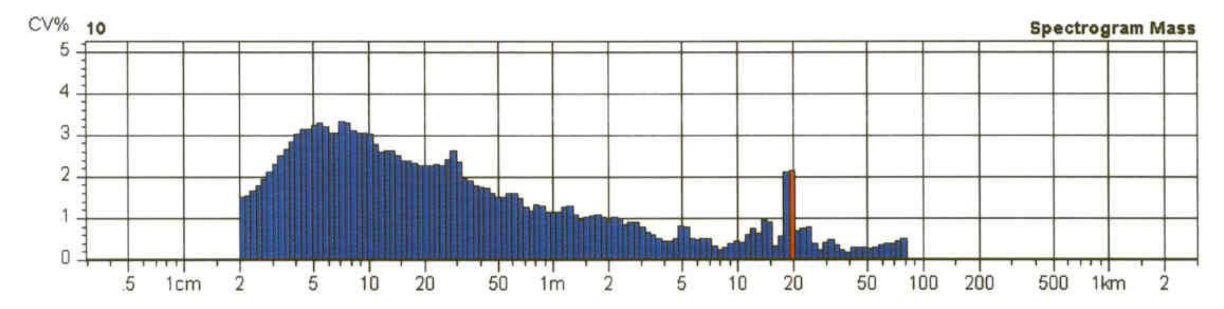


Fig. 229 Espectrograma de masa del mismo material de la figura 228

Interpretación

Las reglas para la interpretación de los espectrogramas son muy simples:

- Cualquier muestra sin defecto produce un espectrograma ideal típico.
- Cualquier defecto en las máquinas de producción produce una elevación del espectrograma normal:
  - Las chimeneas aisladas indican que hay variaciones periódicas en la materia (defecto mecánico, falta de limpieza).
  - Las montañas indican la presencia de ondas de estiraje demasiado altas (mal funcionamiento del estiraje por un ajuste inadecuado de ecartamientos).

Las representaciones esquemáticas de abajo explican de manera gráfica el significado y la interpretación del espectrograma. Las figuras 230 y 232 muestras los diagramas de la variación de masa, mientras los espectrogramas correspondientes se presentan en las figuras 231 y 233.

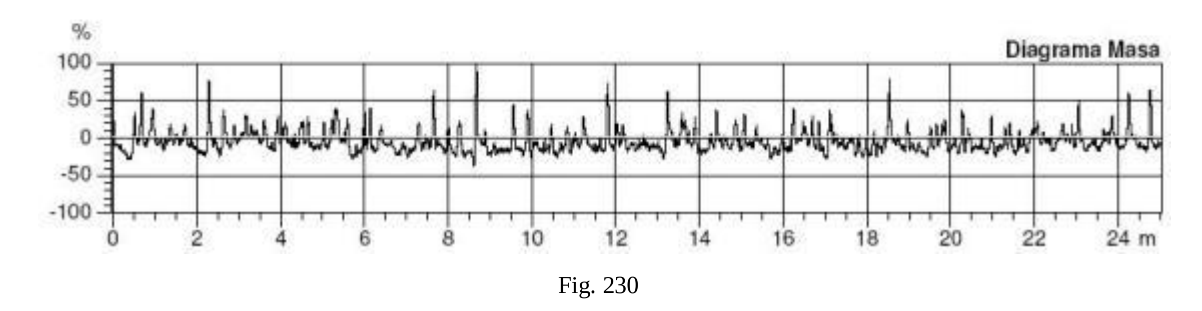


Fig. 230

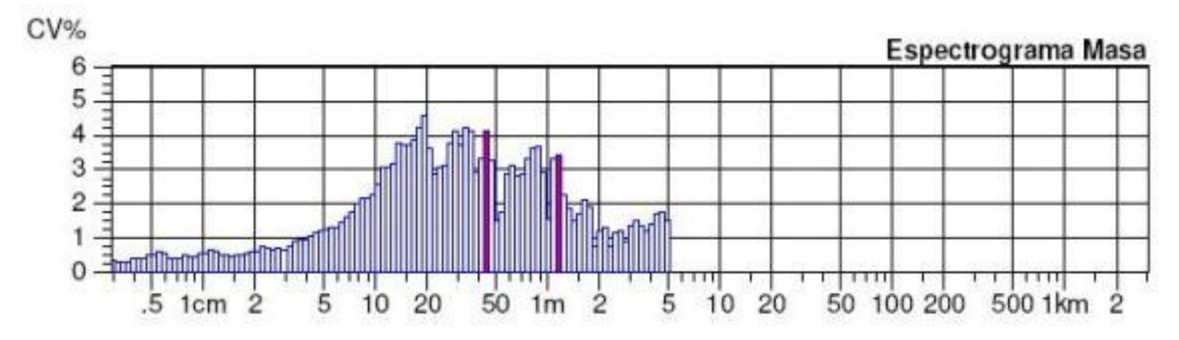


Fig. 231 Variaciones de masa periódicas de dos longitudes de onda de 45 cm y 1,1 m. En el espectrograma, se obtienen en las abscisas correspondientes chimeneas cuyas alturas son proporcionales a las amplitudes.

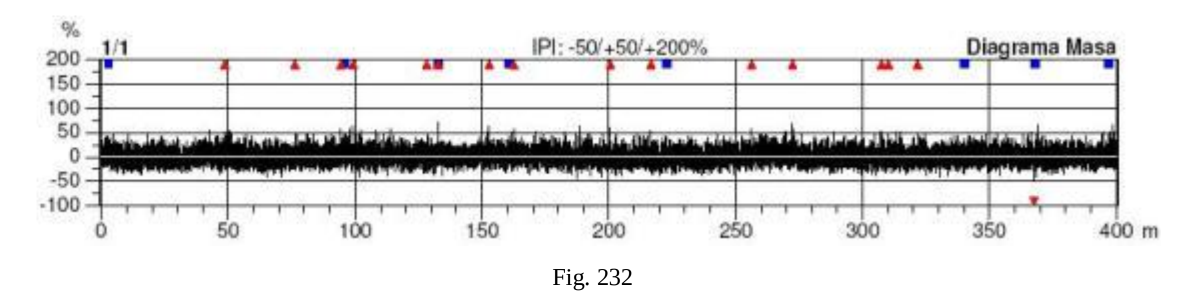


Fig. 232

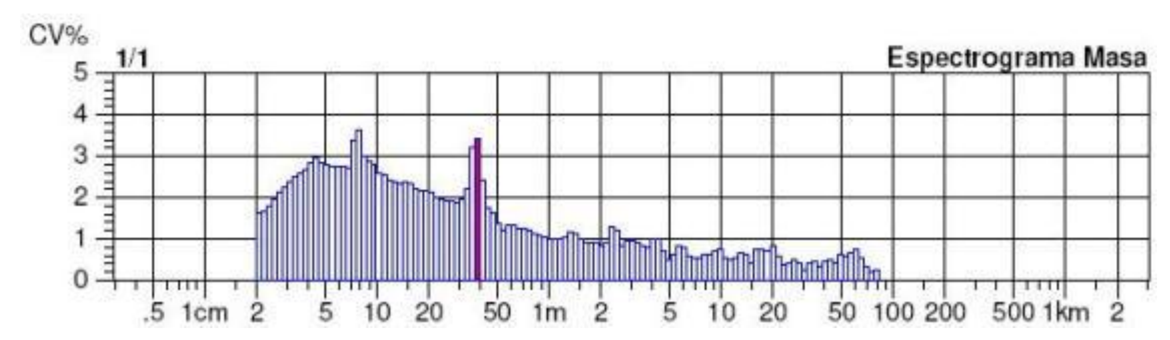


Fig. 233 Variación de masa de una longitud de onda de 38 cm. La chimenea se aprecia ahora en la abscisa 40 cm.

De una manera general se ha podido averiguar que las cintas, mechas e hilos reaccionan tanto más a los defectos mecánicos cuanto la cantidad de estiraje es mayor. Por cuya razón, en una hilandería, es necesario vigilar muy especialmente las máquinas modernas de grandes estirajes y de gran producción específica. En este caso, el empleo del espectrograma es completamente indispensable.

Los defectos mecánicos en la fabricación tienen, casi siempre, influencia sobre el producto final, puesto que producen variaciones periódicas en el hilo y de ahí los efectos indeseables en los tejidos de calada o géneros de punto.

Distinción de fallas periódicas perturbadoras de las fallas tolerables

La altura de una chimenea sobre la base normalizada (curva normal) indica la gravedad del defecto: al aumentar la importancia del defecto, aumenta la altura H de la chimenea sobre el área circundante P (figura 234).

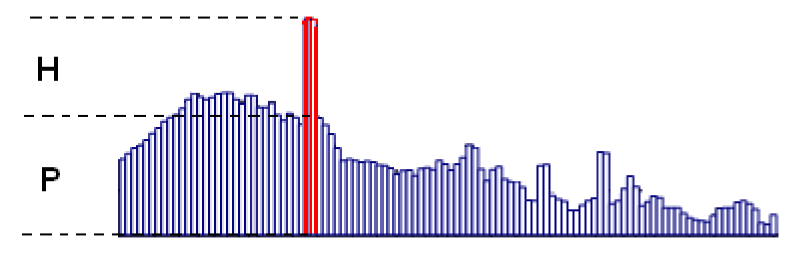


Fig. 234 Altura de una chimenea respecto al área circundante

Comúnmente se emplean los siguientes criterios para distinguir de entre las fallas periódicas aquellas que son severas de las que son tolerables:

- Para longitudes de onda menores a ~2 m: una chimenea con la mitad (o más) de altura que el área circundante puede considerarse como perturbadora. O sea, es perturbadora cuando H ≥ P/2
- Para longitudes de onda mayores a ~2 m: una chimenea con el doble (o más) de altura que el área circundante puede considerarse como perturbadora. O sea, es perturbadora cuando H ≥ P/2

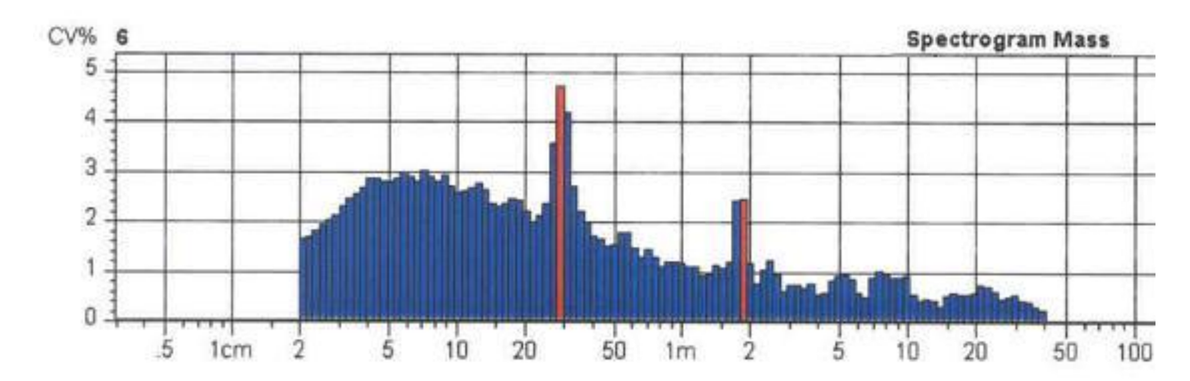


Fig. 235 Espectrograma con dos defectos periódicos, uno a ~30 cm y otro a ~190 cm

Relación entre la longitud de la fibra y la amplitud de un espectrograma

Debido a su origen, en un mechón de fibras naturales se encuentran diferentes longitudes de las mismas, por eso, es normal encontrar fibras largas y cortas en la misma muestra.

Para la correcta regulación de las máquinas de hilandería, se toma el valor de la longitud media $\bar{l}$ de las fibras, el cual se calcula a partir del diagrama de longitud (que puede obtenerse con un clasificador de peines, por ejemplo) del siguiente modo:

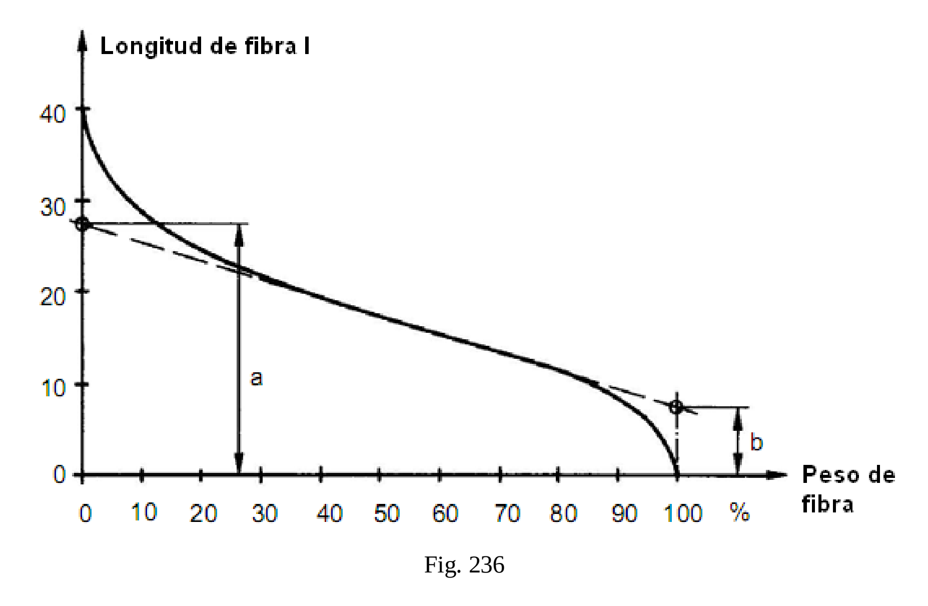


Fig. 236

La longitud media de las fibras se calcula con la fórmula:

$$\bar{l} = \sqrt{\frac{a^2 + b^2}{2}}$$

Espectrograma ideal típico

El espectrograma de un hilo libre de cualquier tipo de fallas tiene la siguiente forma:

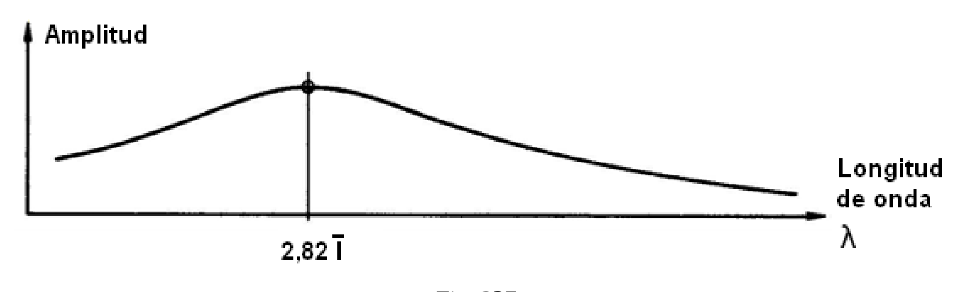


Fig. 237

Numerosas mediciones sobre los materiales textiles de hilandería hechos con fibras discontinuas han demostrado que existen reglas para la correlación entre la aparición de la ondas de estiraje en el espectrograma y la longitud media de las fibras.

El espectrograma ideal de un hilo se observa en la fig. 237, donde se nota que la máxima amplitud del espectrograma (cima del espectrograma) corresponde a la longitud de onda correspondiente a la longitud media de las fibras multiplicada por el factor 2,82. El espectrograma ideal de las mechas y cintas varía ligeramente. Para efectos prácticos se toman los siguientes valores, según sea el material a analizar:

- hilado : 2,8
- mecha : 3,2
- cinta de peinadora : 3,5
- cinta de manuar : 3,5

PERFIL DE CALIDAD DEL HILO.

Los sistemas de datos de laboratorio y las unidades de análisis que las integran, la gestión automática de datos y las funciones de control están ayudando más y más para simplificar el aseguramiento de la calidad en las hilanderías. Para la mayoría, sin embargo, la evaluación de la calidad del hilo se sigue basando en valores numéricos, los cuales requieren de una clasificación inmediata de la calidad o pueden más adelante procesarse en la forma de diagramas a largo plazo.

También existe la posibilidad de trabajar con límites de alerta y control, con un seguimiento automático de los valores de prueba y, si se excedieran los límites, estos valores se resaltan en color. Sin embargo, existen demandas para posibilitar la evaluación de la calidad de hilo con la ayuda de diagramas de fácil comprensión.

El número de diagramas debe mantenerse lo más pequeño posible, pero deberían proporcionar una descripción simple y completa y, al mismo tiempo, una evaluación fiable de la calidad de los hilos.

El perfil de calidad del hilo (USTER® QUALIPROFILE) representa una nueva posibilidad de describir un hilo. Proporciona una representación gráfica de los valores de análisis y, de manera simultánea, una clasificación según código de colores y evaluación de los datos de medición, que son muy fáciles de leer e interpretar.

El principal objetivo del perfil de calidad es ofrecer un diagrama que, incluso sin valores numéricos, pueda ofrecer información sencilla pero completa acerca de la calidad de los hilados analizados.

El perfil de calidad describe las exigencias mínimas de un hilado y ello ayuda al hilandero a optimizar la materia prima y el proceso de hilatura como consecuencia de ello.

En la siguiente tabla se muestra el perfil de calidad de un hilado para género de punto, 100% algodón peinado:

Características de calidad	Valores límite
Título (nominal)	Nec 40 (Nm 68; 14,5 tex)
Variación del título nominal	máx. ± 2%
Variación de título entre husos (CV_{cb}, 100 m)	máx. 2,2%
Irregularidad CVm	máx. 13,2%
Torsión nominal	830 VPM (α_e = 3,32)
Variación de la torsión nominal	máx. ± 40 VPM
Partes delgadas (-50%)	máx. 3/km
Partes gruesas (+50%)	máx. 32/km
Neps (+200%)	máx. 80/km
Pilosidad H	máx. 4,1
Variación de la pilosidad entre husos CV_{HB}	máx. 3%
Resistencia a la tracción R_H	mín. 13 cN/tex
Variación de la resistencia a la tracción CV_{RH} (total)	máx. 10%
Alargamiento a la rotura E_H	mín. 5,5%
Defectos Classimat (remanente) A1/B1/C1/D1	máx. 250/100 km
Defectos Classimat (remanente) A3/B3/C2/D2	máx. 9/100 km
Defectos Classimat (remanente) E	máx. 2/100 km
Defectos Classimat (remanente) H2/I2	máx. 5/100 km

Con estos valores, es posible es posible generar un perfil de calidad para el control de calidad en una hilandería. Estos datos proveen al hilandero una clara indicación de lo que espera el tejedor,

dependiendo de aquél la selección del tipo específico de material y las condiciones bajo las cuales fabricará el hilado en cuestión. Dado que el costo de la materia prima para una hilandería representa aproximadamente el 50 – 60% de los costos totales de manufactura, es particularmente importante que los límites impuestos no se excedan en demasía.

¿Qué es el Perfil de Calidad?

Es un diagrama circular que contiene todos los resultados de las mediciones del regularímetro Uster en una representación gráfica. Además, ofrece la posibilidad de controlar, evaluar y clasificar los valores de prueba, diagramas y espectrogramas. También da al usuario cierta libertad en el diseño gráfico del diagrama con respecto a la ponderación (*peso*) de los diferentes parámetros de medición y el establecimiento de límites para el seguimiento de la calidad de los hilados.

El control de los valores de medición se puede realizar de tres formas distintas, que se enumeran a continuación:

- Con las actuales USTER® STATISTICS (que vienen integradas en el UT4)
- Con el ingreso de cualquier límite de control de acuerdo a las especificaciones del hilandero o del comprador de hilo.
- Con los límites de control que son calculados en base a un periodo prolongado de producción.

La selección para la evaluación de los parámetros medidos la realiza el mismo usuario.

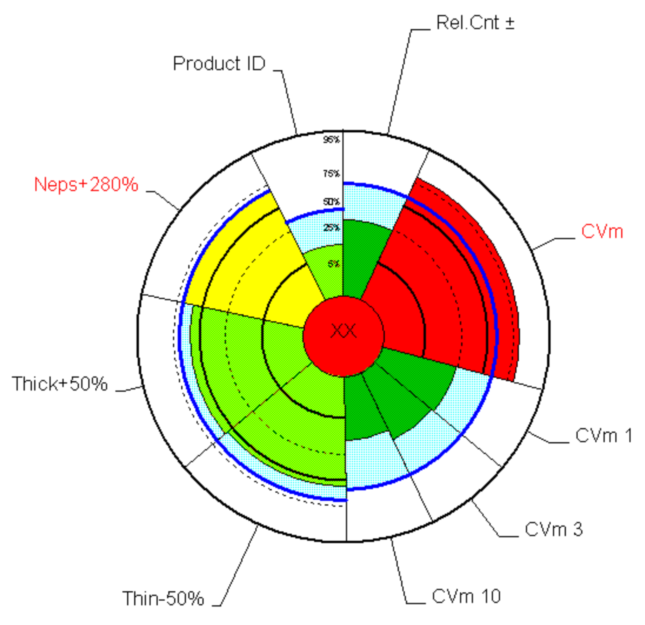


Fig. 238 Perfil de calidad de un hilo con un CVm demasiado alto

Interpretación

El Perfil de Calidad permite visualizar claramente la razón de desviaciones de calidad por medio del empleo de colores. Se tienen las siguientes consideraciones:

- Cada parámetro es representado como un sector del diagrama circular.
- El peso o importancia del parámetro es proporcional al ángulo del sector.
- El radio del sector es proporcional al porcentaje de las *Uster Statistics* del parámetro. Los valores buenos se encuentran cerca al centro del círculo y los malos estarán lejos. La línea

periférica de círculo indica el nivel del 95% de las *Uster Statistics* y la primera línea interna (alrededor del centro del círculo), el nivel del 5%.

- Cada valor es comparado con el valor límite, este valor límite está representado en una línea azul.
- La calidad es representada empleando la escala de colores de las luces del semáforo. El color verde es *buena calidad* y el rojo es *mala calidad*.

Definición del código de colores y los símbolos en el centro del Perfil de Calidad

Valores promedio

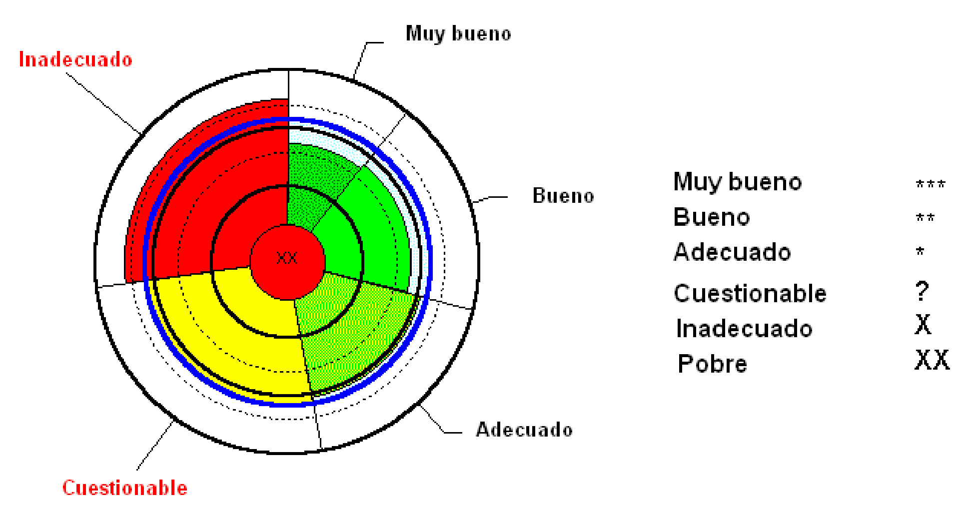


Fig. 239 Colores y símbolos representando el valor medio

La fig. 239 muestra cómo diferentes tonos de verde pueden ser usados para indicar pequeñas diferencias en el rango *bueno* de la calidad del hilo. El símbolo en el centro del Perfil de Calidad indica la calidad general de todos los parámetros del hilo. Normalmente, ésta se clasifica de acuerdo con el sector con la calificación más baja de todo el diagrama circular.

Para calificar la calidad de los valores promedio se utilizan los siguientes símbolos:

Muy bueno	***
Bueno	**
Adecuado	*
Cuestionable	?
Inadecuado	X
Pobre	XX

Variación entre ensayos CV_b ($CV_{between}$)

La fig. 240 muestra círculos adicionales de diferente color en los sectores individuales verdes. Nuevamente, los colores incluyen diferentes tonos de verdes, amarillo y rojo y representan los valores de CV_b de las muestras en el parámetro representado en ese sector.

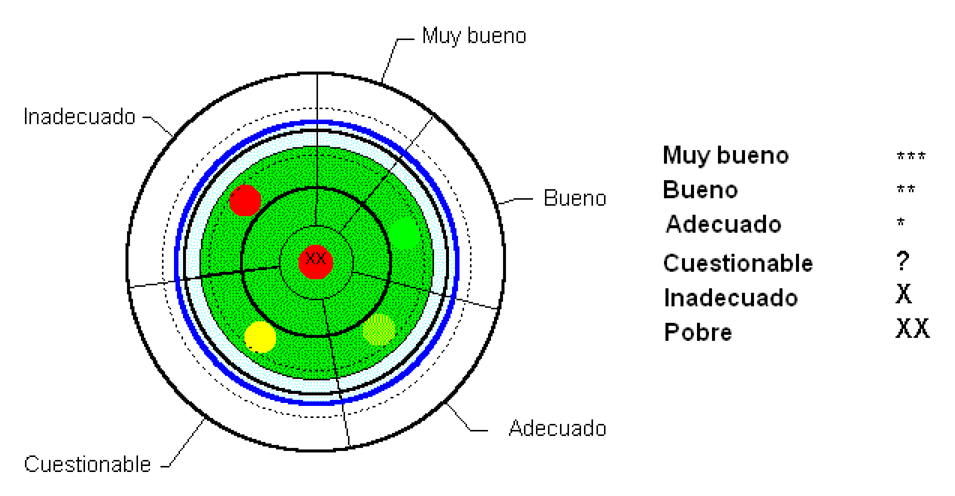


Fig. 240 Colores y símbolos representando la variación entre bobinas

El círculo más interior del diagrama circular muestra la calidad total del hilo. En la parte periférica de dicho círculo se indica la calidad del valor promedio y en la parte interna, la calidad del valor CV_b. En ambos casos la calidad es indicada en el mismo código de colores y símbolos que el de los valores promedio, como resultado de la combinación de la calidad del valor promedio y del CV_b.

Calidad total del hilo

El significado textil de *clase* se expresa de la manera siguiente:

- Un hilo **muy bueno** es ideal para la aplicación designada. Podría ser incluso sobre calificado.
- Un hilo **bueno** está plenamente calificado para la aplicación designada.
- Un hilo **adecuado** está dentro de las especificaciones y los requisitos para la aplicación designada.
- Un hilo **cuestionable** puede ser adecuado o no. No es posible tomar una decisión. Una prueba con muestra más grande puede ayudar a tomar una decisión clara.
- Un hilo **inadecuado** no cumple las especificaciones en todos los sentidos. Los límites de confiabilidad son tales, que el hilo puede ser rechazado.
- Un hilo **pobre** no se puede utilizar para la aplicación designada.

Definición del valor nominal y valores límite del Perfil de Calidad

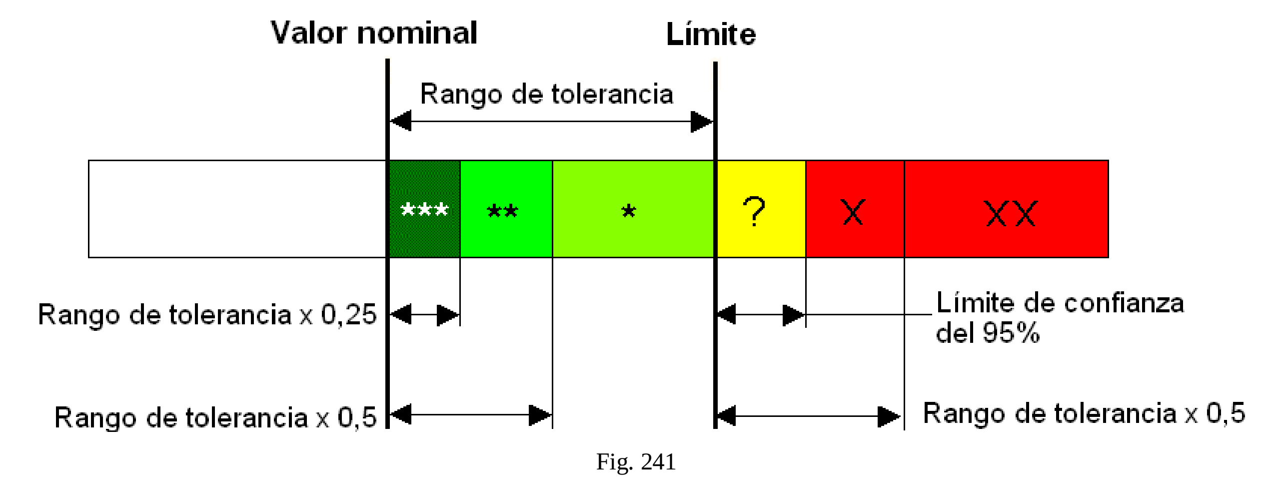


Fig. 241

(Con algunas ampliaciones esta definición de calidad también puede ser empleada para el atributo de calidad total).

- La calidad de un hilo es clasificada como **muy buena** si el promedio de todos los valores individuales se ubica en la cuarta parte inferior del rango de tolerancia (≤ valor nominal + rango de tolerancia × 0,25).
- La calidad de un hilo es clasificada como **buena** si el promedio de todos los valores individuales se encuentra en la mitad inferior del rango de tolerancia (≤ valor nominal + rango de tolerancia × 0,5) y cada valor individual se encuentra dentro del rango de tolerancia.
- La calidad de un hilo es clasificada como **adecuada** si el promedio de todos los valores individuales se encuentra en la mitad superior del rango de tolerancia (≥ valor límite - rango de tolerancia × 0,5) y la probabilidad estadística de que un valor individual esté fuera de tolerancia es inferior al 50%.
- La calidad de un hilo es clasificada como **cuestionable** si uno de los valores individuales está fuera del rango de tolerancia pero permanece dentro del nivel de confiabilidad del 95% (≥ valor límite y ≤ valor límite + Q95%).
- La calidad de un hilo es clasificada como **inadecuada** si uno de los valores individuales está fuera de tolerancia y fuera del nivel de confiabilidad del 95% (≥ valor límite + Q95%).
- La calidad de un hilo es clasificada como **pobre** si uno de los valores individuales está fuera del valor límite en más del 50% del rango de tolerancia.

De las reglas anteriores se hacen las siguientes excepciones:

1. Si el peso total de un parámetro en la zona **inadecuada** o **cuestionable** es inferior al 2%, la calidad puede ser **aceptable** o incluso **buena**.
2. La razón de esta excepción es el deseo de pasar por alto la influencia de los parámetros sin importancia, pero a la vez mostrarlos en el diagrama como un recordatorio para las futuras mejoras.
3. Si un valor está en el área **pobre**, pero el nivel de confianza está todavía por debajo de 99,9%, entonces este valor se clasifica **inadecuado**.

Todos estos cálculos y comparación para la evaluación de la calidad total se realizan con métodos estadísticos y lógica difusa y no pueden explicarse aquí en detalle.

Algunos ejemplos de cómo la calidad de los parámetros individuales influyen en la calidad total:

***	+	***	+	***	+	***	=	***
***	+	***	+	***	+	**	=	**
***	+	***	+	***	+	*	=	** ó *
***	+	**	+	*	+	**	=	** ó *
**	+	**	+	*	+	**	=	** ó *
***	+	**	+	*	+	**	=	**
***	+	***	+	***	+	X	=	X
***	+	***	+	***	+	?	=	?

DEFECTOS PERIÓDICOS DE MASA

Los defectos periódicos de masa en los materiales textiles se deben a desperfectos durante la hilatura, y estos desperfectos se dividen en dos grupos:

a) Por **defectos mecánicos**

Originados por un órgano defectuoso de la máquina, como:

- Excentricidad de los rodillos y cilindros del tren de estiraje de manuares, mecheras o continuas.
- Desgaste de los soportes de los cilindros de estiraje (cojinetes).
- Desgaste de las banditas de estiraje.
- Desgaste de los engranajes en general.

Este tipo de defectos generan en el espectrograma las conocidas *chimeneas*.

b) Por **deficiente control de las fibras en el estiraje**

Debido a un ajuste incorrecto de los ecartamientos en la zona de estiraje, aparecen fibras flotantes (ecartamiento muy abierto) y, en el peor de los casos, generación de fibras cortas por rotura de las más largas (ecartamiento muy cerrado).

Las ondas de estiraje son variaciones periódicas causadas por fibras flotantes en las zonas de estiraje. En el espectrograma se identifican por la aparición de *colinas* o *montañas*.

Las fibras flotantes ocurren por:

- ecartamientos muy abiertos
- ecartamientos muy cerrados
- material con exceso de fibras cortas

INFLUENCIA DE LOS DEFECTOS MECÁNICOS SOBRE LA IRREGULARIDAD DEL MATERIAL

1. Irregularidades de masa provocadas por cilindros defectuosos

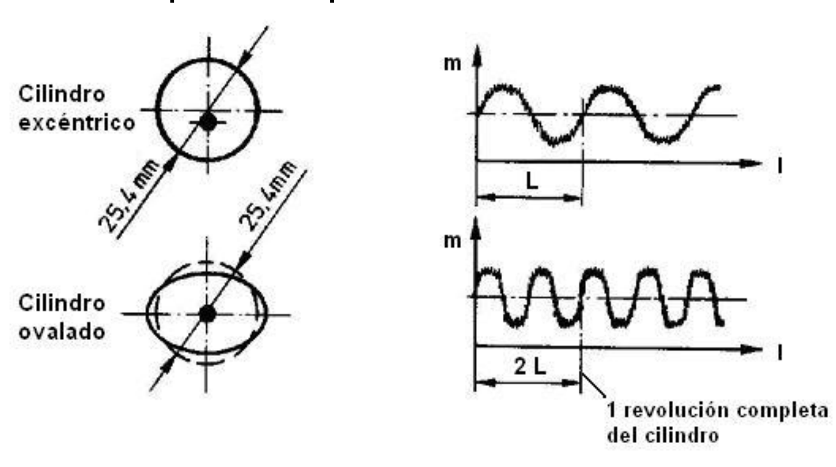


Fig. 242

1.1 Cilindros excéntricos

Por efecto de las fuertes presiones los cilindros pueden convertirse en excéntricos desplazando su centro de giro una distancia (e) correspondiendo a la excentricidad. Esta excentricidad desplaza de una forma periódica el punto de pinzado de las fibras entre los cilindros de estiraje. Asimismo, cuando el recubrimiento del cilindro superior (rodillo o cot) de estiraje se vuelve excéntrico, tiene la misma influencia sobre el punto de pinzaje entre los dos cilindros de estiraje.

Un cilindro de estiraje de diámetro d, cuando se vuelve excéntrico, provoca un defecto periódico a una longitud de onda de $\lambda = \phi \times \pi$ ya que la longitud del defecto se corresponde con su desarrollo, entonces aparece en el espectrograma una chimenea a una longitud de onda λ.

El incremento del coeficiente de variación ΔCV provocado por la excentricidad de los cilindros de estiraje puede determinarse dependiendo cuál de ellos es el excéntrico.

- Si el rodillo superior (cot) de estiraje es excéntrico, se calcula de la siguiente manera:

$$\Delta CV = 0,707 \cdot (E-1) \cdot \frac{e}{d+D} \cdot 100$$

Siendo:

E : Estiraje

e : excentricidad del cilindro, en milímetros

D : Diámetro del rodillo superior (cot), en milímetros

d : Diámetro del cilindro inferior, en milímetros

- Si el cilindro de estiraje inferior es excéntrico, se tiene:

$$\Delta CV = 0,707 \cdot \left[1 + (E-1) \cdot \frac{d}{d+D}\right] \cdot \frac{e}{d} \cdot 100$$

Este incremento ΔCV de la irregularidad de masa debido a la excentricidad debe promediarse cuadráticamente a la irregularidad CV encontrada en el mismo material fabricado en una máquina sin cilindros excéntricos, obteniéndose un coeficiente de variación total de masa CV_T de:

$$CV_T = \sqrt{CV^2 + (\Delta CV)^2}$$

Ejemplo: Un hilado sin fallas periódicas de lana peinada Nm 35, presenta un CV de 14,5%. ¿Cuál será el incremento del CV si el cilindro intermedio superior tiene una excentricidad de 0,5 mm? El diámetro de los cilindros superior e inferior es 50 mm, estiraje E = 17.

$$\Delta CV = 0,707 \cdot (17-1) \cdot \frac{0,5}{50+50} = 0,707 \cdot 16 \cdot 0,005 \cdot 100 = 5,7$$

Entonces, la influencia de la excentricidad sobre el incremento del CV masa es 5,7%

Luego se calcula la irregularidad total del material:

$$CV_{total} = \sqrt{CV^2 + \Delta CV^2} = \sqrt{14,5^2 + 5,7^2} = 15,58\%$$

La influencia de la excentricidad sobre la irregularidad total es, por lo tanto $15,58 - 14,5 = 1,08\%$

1.2 Cilindros ovalados

Si tenemos un cilindro de estiraje, con un diámetro inicial d que se transforma en oval, la longitud de onda de defecto aparecerá a la mitad de su desarrollo $\lambda = \frac{\phi \cdot \pi}{2}$ ya que una revolución entera del cilindro produce dos variaciones con el mismo período.

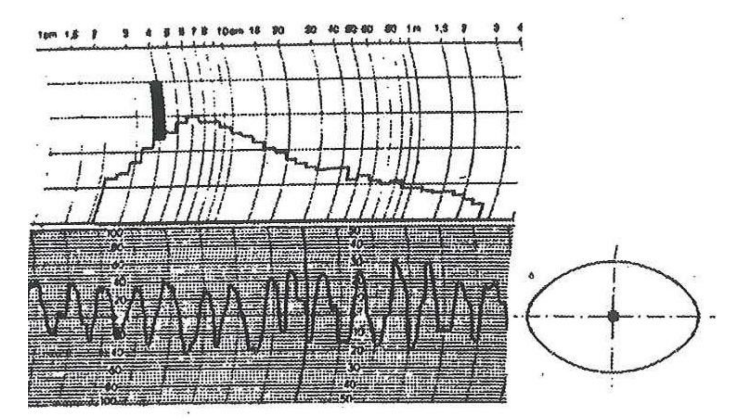


Fig. 243 Un cilindro ovalado da variaciones senoidales a cada rotación

Tanto en el caso de cilindros excéntricos como ovales, la longitud de onda del defecto que se detecta en el regularímetro se ve multiplicada por el estiraje que se le ha dado a la cinta, mecha y/o hilo desde que se ha producido el defecto hasta que lo hemos medido.

1.3 Cilindros en mal estado

En la figura 244 se indica el defecto de masa provocado por un cilindro de estiraje cortado en la continua de hilar.

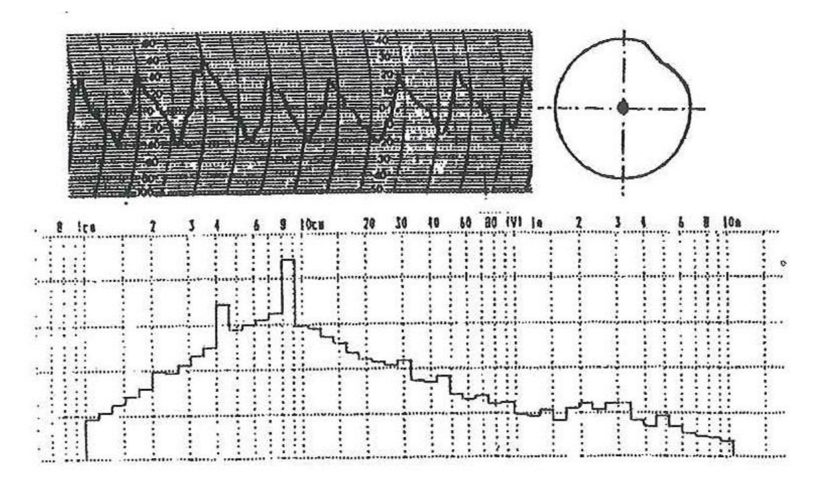


Fig. 244 Irregularidad de masa provocada por un cilindro de estiraje en mal estado

2. Irregularidades de masa provocadas por engranajes en mal estado

2.1 Engranajes excéntricos

Cuando se trata de engranajes excéntricos, acoplados directamente al cilindro de salida, el incremento de la irregularidad de masa debido a un movimiento complementario a causa de la excentricidad del engranaje, se puede calcular con la siguiente expresión:

$$\Delta CV = 1{,}5 \cdot \frac{e}{d} \cdot 100$$

Siendo:

d : diámetro del engranaje excéntrico

e : excentricidad del engranaje

2.2 Engranajes con dientes defectuosos, mal engranados y/o sucios

Un engranaje con un diente roto producirá un defecto periódico muy localizado, coincidiendo la longitud de onda con el diámetro primitivo del engranaje.

3. Irregularidades de masa provocadas por ecartamientos, presiones y clips inadecuados

Un correcto ajuste del ecartamiento, una presión adecuada en el tren de estiraje y un clip que proporcione la necesaria cohesión interfibrilar son imprescindibles para estirar correctamente las cintas y las mechas en su hilatura.

La figura 245 muestra un espectrograma en el que aparecen marcadas ondas de estiraje por tener un ecartamiento excesivo para la longitud de fibra a tratar.

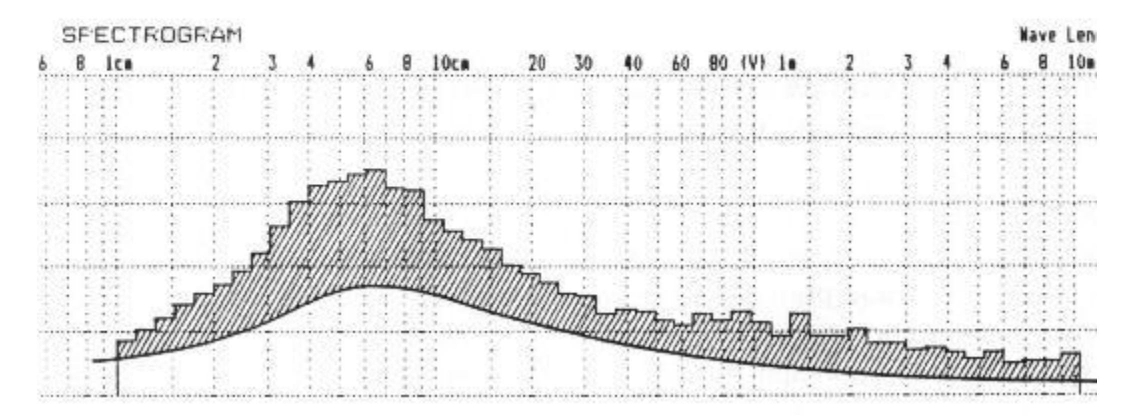


Fig. 245 Irregularidad de masa provocada por un ecartamiento excesivo

Según la longitud de las ondas de estiraje se puede discriminar si se han producido en el estiraje principal, en el pre-estiraje o en el estiraje de la máquina anterior. Las ondas de estiraje de la fig. 246 corresponden a la zona principal de estiraje. De producirse en la máquina anterior, aparecen en el espectrograma multiplicadas por el estiraje sufrido desde que se ha originado el defecto hasta que se ha medido.

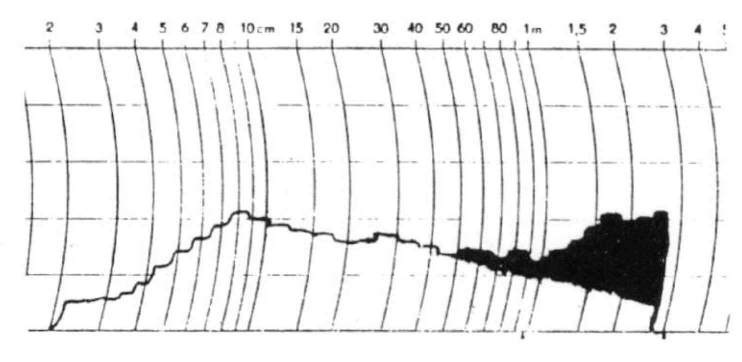


Fig. 246 Ondas de estiraje producidas en la carda y registradas en la cinta de manuar

4. Defectos provocados por banditas en mal estado

Son defectos bien característicos: en el diagrama de masa aparecen unas puntas, muy destacadas, correspondientes a la longitud de la bandita multiplicada por el estiraje dado al material antes de ser analizado. Si tenemos una continua de hilar con una bandita superior del tren de estiraje con un desarrollo de 12 centímetros y el estiraje es 17, aparecerá el defecto en el espectrograma, ya que es periódico, a cada 204 centímetros (12 cm x 17).

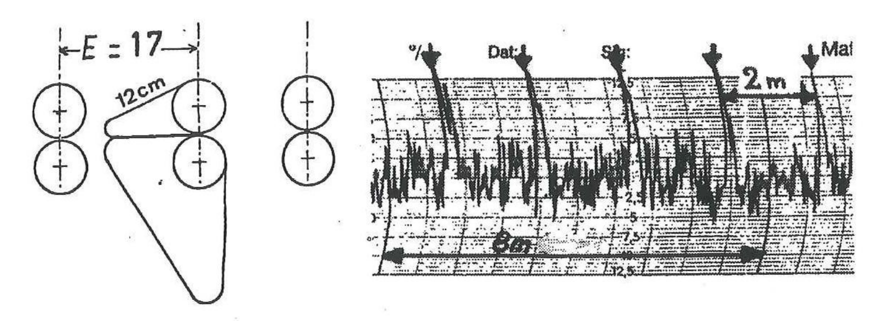


Fig. 247 Una bandita defectuosa genera fallas cuya longitud de onda es igual al desarrollo de la bandita multiplicado por el estiraje que se aplica al material.

5. Defectos provocados por mecanismos auxiliares en las máquinas

Cuando el sistema de aspiración de las fibras para desborrar una carda no funciona bien, aumenta rápidamente la irregularidad de la cinta fabricada. El defecto, al no ser periódico, no se refleja en el espectrograma en forma de chimenea pero sí en forma de ondas de estiraje. Después de un desborrado a fondo, se reduce notablemente el coeficiente de variación y el diagrama de masa queda muy amortiguado.

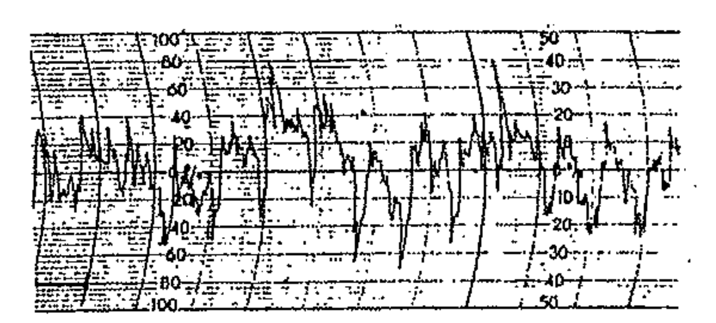


Fig. 248 Cuando la carda se viste de fibras disminuye el poder de disgregación de la guarnición, aumentando la irregularidad de la cinta de salida

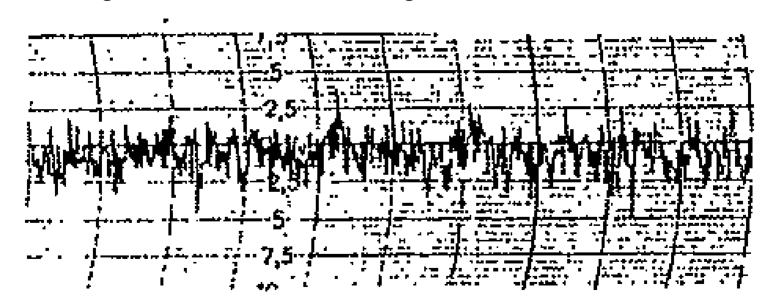


Fig. 249 Diagrama de masa de la misma cinta luego de desborrar la carda, se reduce notablemente el CV de masa

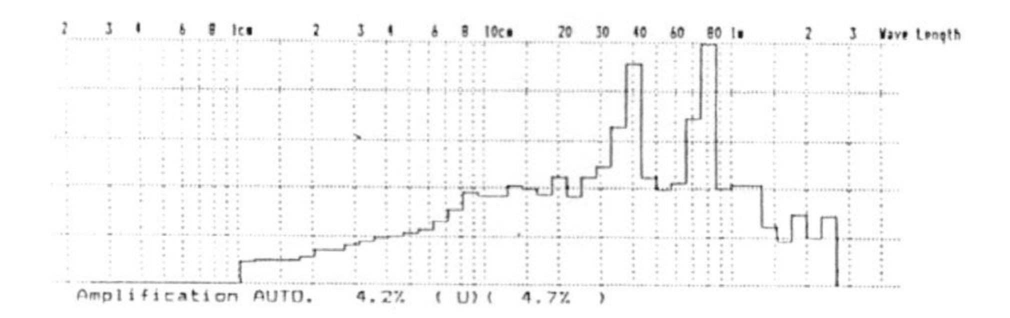


Fig. 250 Irregularidad de masa debida a un defecto de plegado de la cinta en el bote (tacho)

6. Defectos originados por un inadecuado almacenado de las bobinas de mechera

En muchas hilanderías es frecuente apilar las bobinas de mecha a la espera de su proceso en la continua de hilar. Las deformaciones de las mechas apiladas provocan chimeneas en el espectrograma, este defecto se agrava a medida que se apilan las bobinas a mayor altura. Se trata de un defecto no permanente que frecuentemente desaparece al hilar las bobinas en la continua de hilar.

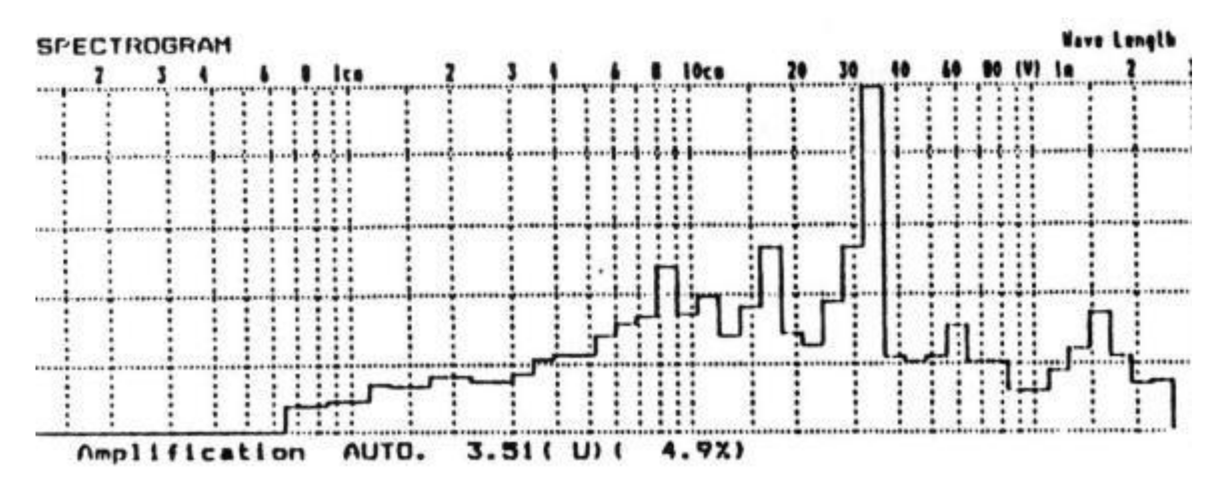


Fig. 251 Irregularidad de masa provocada por una deformación de las bobinas de mecha durante su almacenado

LOCALIZACIÓN DE DEFECTOS MECÁNICOS

El regularímetro de masa permite determinar la presencia de anormalidades en la maquinaria, mediante la información suministrada por el espectrograma, y el procedimiento es el siguiente:

- Observar si existen defectos apreciables y de qué tipo (chimeneas y/u ondas de estiraje) en el espectrograma de la cinta, mecha o hilo.
- Repetir el análisis con otras unidades de producción de la misma máquina (salidas o cabezales) para saber si el defecto se encuentra en todas las muestras con la misma intensidad o presenta una magnitud variable en cada una de ellas. Estos datos permiten conocer si el defecto está provocado por un mecanismo de accionamiento general de la máquina o si se debe a una unidad de producción defectuosa.
- Localizar los defectos en la maquinaria, esto se consigue de dos maneras: por el **método del cálculo** y por el **método tacométrico**.

MÉTODO DEL CÁLCULO

Se debe disponer del diagrama cinemático de la máquina en cuestión, que indique exactamente los diámetros de los cilindros, así como los estirajes efectivos.

Suponiendo la existencia de un cilindro defectuoso, y teniendo en cuenta el estiraje después de éste, se tiene una variación periódica de masa en el material textil con una longitud de onda λ (lambda).

La longitud de onda se calcula con la fórmula:

$$\lambda = \phi \cdot \pi \cdot E$$

Siendo:

λ : Lambda (longitud de onda) del defecto

ϕ : Diámetro del cilindro defectuoso

E : Estiraje entre el órgano defectuoso y el punto donde se toma la muestra.

Haciendo la comparación entre la longitud de onda así hallada y la dada por el espectrograma, se demuestra si la sospecha sobre el defecto de un cilindro es fundada o no.

Al invertir la fórmula, se obtiene el estiraje entre el origen del defecto y el punto donde se toma la muestra:

$$E = \frac{\lambda}{\phi \cdot \pi}$$

Se deben resaltar ciertos puntos a los que se debe prestar una particular atención:

a. En general se calcula la circunferencia de un cilindro multiplicando su diámetro por π. Este cálculo es correcto para cilindros lisos. Para cilindros acanalados la circunferencia efectiva resulta mayor ya que el material se introduce en el acanalado; debido a esto el diámetro efectivo puede aumentar hasta un 20%.

b. Con frecuencia los diagramas cinemáticos de las máquinas que se disponen no son ni completos ni exactos. Así por ejemplo, si se cambia un engranaje, se debe corregir el nuevo valor de éste en el diagrama cinemático. Antes de iniciar el cálculo debemos de asegurarnos que el diagrama cinemático esté completo y exacto.

c. Este método implica tener calculados todos los valores de lambda posibles para cada pieza de todas las máquinas, desde cardas hasta hiladoras.

Podría resumirse los pasos para hallar las longitudes de onda de un órgano en una máquina de la siguiente manera:

1. Determinar el estiraje que existe entre el órgano y la salida de la máquina
2. Calcular el λ del elemento mediante la fórmula $\lambda = \phi \cdot \pi \cdot E$
3. Considerar el/los estirajes de máquinas posteriores hasta el punto de toma de la muestra, si lo hubiera.

Influencia de los estirajes posteriores sobre la longitud de onda

Siempre es necesario tener en cuenta que los estirajes que ocurren luego de la generación de una falla periódica, incrementan la longitud de onda de la misma.

Por ejemplo, si el cilindro de salida de un manuar 2º paso de 35 mm de diámetro, se encuentra excéntrico, genera una falla periódica λ_1 en la cinta de salida.

$\lambda_1 = 35\ mm \cdot 3{,}1416 \cdot 1 = 110\ mm = 11\ cm$

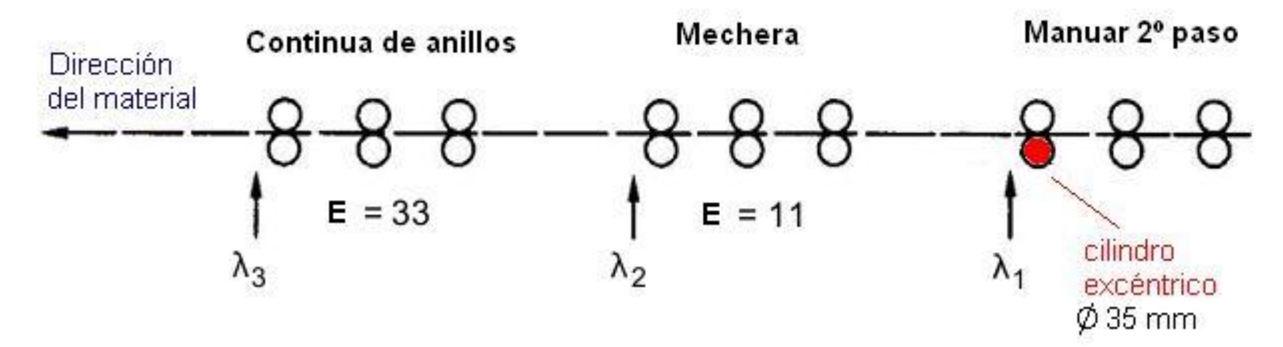


Fig. 252

Si esta cinta se lleva a una mechera que estira 11 veces, la falla periódica incrementa su longitud, de tal manera que el material de salida (mecha) presenta un λ_2.

$\lambda_2 = 11\ cm \cdot 11 = 121\ cm = 1{,}2\ m$

Cuando esta mecha alimenta a una continua de anillos que ejerce un estirado de 33, el hilo obtenido tiene una falla periódica de longitud de onda λ_3.

$\lambda_3 = 1{,}2\ m \cdot 33 = 39{,}6\ m = 40\ m$

De lo anterior podemos concluir que depende dónde realicemos el punto de toma del material, pues a causa de estirajes posteriores, la longitud de onda de una falla periódica se incrementa.

MÉTODO TACÓMÉTRICO

El método tacométrico es considerado como el método más moderno y más simple para la determinación de las causas de defectos. Sólo se requiere un mínimo de cálculos y conduce muy rápidamente al resultado, incluso en casos complicados.

Este método se basa en los siguientes razonamientos: En la hilatura las máquinas entregan sus productos con una velocidad bien determinada. Ahora bien, si una pieza defectuosa origina variaciones periódicas, el número de intervalos por unidad de tiempo corresponde exactamente a la velocidad de rotación de la pieza en cuestión.

Por ejemplo, en una producción de 20 metros por minuto con 5 intervalos de la variación periódica. La longitud de un intervalo es pues $20/5 = 4$ metros. Esta longitud no representa otra cosa que la longitud de onda de la variación periódica.

Si una pieza defectuosa influye sobre la irregularidad de un hilado, engendra una periodicidad cuya longitud de onda es de:

$$\lambda = \frac{v_s}{rpm}$$

siendo:

rpm : revoluciones por minuto del órgano defectuoso

v_s : velocidad de salida de la máquina (m/min ; cm/min).

λ : longitud de onda del defecto (m ; cm)

Asimismo, se puede calcular las rpm del elemento defectuoso mediante la variante:

$$rpm = \frac{v_s}{\lambda}$$

La longitud de onda de la variación periódica se lee directamente en el espectrograma. Como se observa en la fórmula anterior, se obtiene las rpm de la parte defectuosa dividiendo la velocidad de producción entre la longitud de onda. Estas rpm calculadas, se buscan en la máquina mediante el empleo de un tacómetro[19].

Nota: Para obtener la velocidad de producción correcta, hay que determinarla con la ayuda del tacómetro sobre las calandrinas en la cabeza del centinela. Cuando se trata de cilindros acanalados, la velocidad determinada con la ayuda del tacómetro es con frecuencia inferior a la velocidad del material, ya que éste penetra en los canales.

Ejemplos

Caso 1: Una cinta de manuar defectuosa con una variación periódica de 32 cm de longitud de onda. La velocidad de producción determinada mediante el tacómetro es 26,5 m/min. La velocidad de rotación de la pieza que origina el defecto es:

$$rpm = \frac{v_s}{\lambda} = \frac{26{,}5\ m/\min}{0{,}32\ m} = 82{,}8\ \min^{-1} = 83\ rpm$$

Origen del defecto: Se halló un piñón intermedio que tenía la velocidad buscada; un control mediante reloj comparador demostró que estaba descentrado (excéntrico).

Caso 2: Se tiene una cinta de carda con un defecto periódico de 10 metros de longitud de onda. La velocidad de producción de la carda es 23,5 m/min. La velocidad de rotación de la pieza que origina el defecto es:

$$rpm = \frac{v_s}{\lambda} = \frac{23{,}5\ m/\min}{10\ m} = 2{,}35\ \min^{-1} = 2{,}35\ rpm$$

Origen del defecto: No se podía hallar una pieza que girara a esta velocidad. Un estudio más a fondo reveló que los chapones avanzaban a razón de 2,5 giros por minuto. En efecto, el defecto pudo ser eliminado variando el espacio entre los chapones y el gran tambor, lo cual probó que verdaderamente allí residía la verdadera causa del defecto.

Podría resumirse los pasos para hallar las longitudes de onda de un órgano en una máquina de la siguiente manera:

1. Determinar las rpm del elemento
2. Determinar la velocidad de salida de la máquina (en metros por minuto)
3. Calcular el λ del elemento mediante la fórmula $\lambda = \frac{v_s}{rpm}$
4. Considerar el/los estirajes de máquinas posteriores hasta el punto de toma de la muestra, si lo hubiera.

[19] En el primer volumen de esta colección (*Aspectos preliminares*) se describe el uso de este instrumento.

Las ventajas del método tacométrico son:

- Rapidez en la determinación del λ de los órganos de la máquina, ya sea con la cadena cinemática o con empleo de un tacómetro.
- Determinación de la longitud de onda de elementos que no están en contacto directo con el material, como las poleas y engranajes, cálculos que serían muy difíciles de realizar con el primer método.
- Posibilidad de reducir el cálculo al no ser necesario conocer las rpm reales de la máquina (rpm del motor), sólo basta trabajar con rpm relativas de los órganos de transmisión, como se verá en el ejemplo a continuación.

CÁLCULO DE LA LONGITUD DE ONDA MEDIANTE CADENA CINEMÁTICA

EJERCICIO 1

Utilizando la cadena cinemática de la continua A (mostrada capítulos más arriba), determinar la longitud de onda que presentaría el cilindro alimentador en el espectrograma del hilado producido.

Empleando el método del cálculo

- Determinar el estiraje entre el cilindro de alimentación y el cilindro estirador

$$E = \frac{1''}{1''} \cdot \frac{31}{30} \cdot \frac{114}{76} \cdot \frac{101}{11} = 14{,}232$$

- Calculando el λ del cilindro de alimentación mediante la fórmula $\lambda = \phi \cdot \pi \cdot E$

$$\lambda = 1'' \cdot 3{,}1416 \cdot 14{,}232 = 44{,}711'' = 1{,}14\ m$$

Empleando el método tacométrico

Utilizando rpm reales (desde el motor)

- Determinando las rpm del cilindro alimentador

$$rpm_{cil.\,\text{alim}.} = 2700\ rpm \cdot \frac{5''}{9''} \cdot \frac{20}{40} \cdot \frac{35}{55} \cdot \frac{70}{74} \cdot \frac{49}{80} \cdot \frac{11}{101} \cdot \frac{76}{114} \cdot \frac{30}{31} = 19{,}43$$

- Determinando la velocidad de salida de la máquina (= velocidad relativa del cilindro estirador)

$$rpm_{cil.\,estirador} = 2700\ rpm \cdot \frac{5''}{9''} \cdot \frac{20}{40} \cdot \frac{35}{55} \cdot \frac{70}{74} \cdot \frac{49}{80} = 276{,}53$$

$$m/\text{min}_{\,cil.\,estirador} = \frac{1'' \cdot 3{,}1416 \cdot 276{,}528}{39{,}37} = 22{,}066$$

- Calculando el λ del cilindro de alimentación en el espectrograma del hilo

$$\lambda_{cil.\,\text{alim}.} = \frac{22{,}066\ m/\text{min}}{19{,}43\ rpm} = 1{,}14\ m$$

Utilizando rpm relativas

En este procedimiento, para facilitar el cálculo, se asume que el elemento a determinar su lambda tiene una velocidad de giro de 1 rpm. A partir de esta velocidad – no real – se efectúan los demás cálculos.[20]

- Asignando rpm relativas al cilindro alimentador

$$rpm_{cil.\,\text{alim}.} = 1\ rpm$$

- Determinando la velocidad de salida relativa de la máquina (= velocidad relativa del cilindro estirador), calculando a partir de las rpm relativas del cilindro alimentador.

$$rpm_{cil.\,estirador} = 1\ rpm \cdot \frac{31}{30} \cdot \frac{114}{76} \cdot \frac{101}{11} = 14{,}232$$

$$m/\text{min}_{\,cil.\,estirador} = \frac{1'' \cdot 3{,}1416 \cdot 14{,}232}{39{,}37} = 1{,}14$$

- Calculando el λ del cilindro de alimentación en el espectrograma del hilo

$$\lambda_{cil.\,\text{alim}.} = \frac{1{,}14\, m/\text{min}}{1\ rpm} = 1{,}14\ m$$

EJERCICIO 2

Utilizando la cadena cinemática del tren de estiraje de una continua mostrada a continuación, determinar las longitudes de onda que presentarían el cilindro intermedio y el piñón de 44 dientes en el espectrograma del hilado producido.

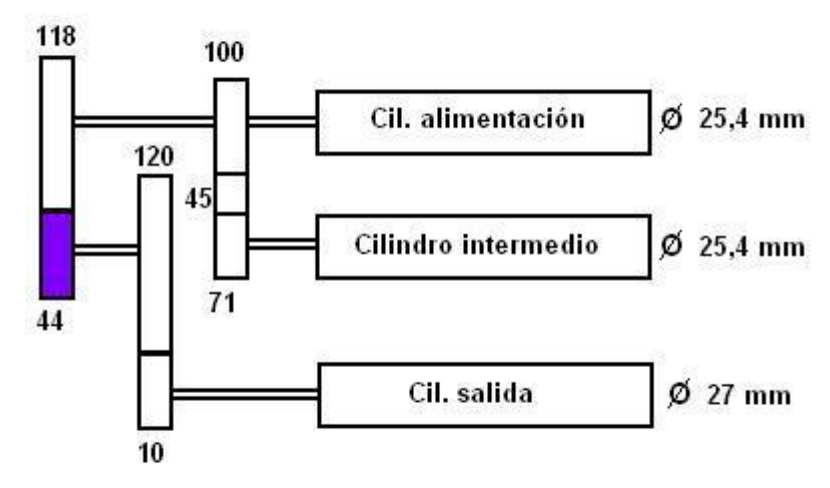


Fig. 253

Empleando el método del cálculo

Para el cilindro intermedio

[20] La asignación de velocidades relativas sólo es válida para la determinación de estirajes y longitudes de onda, para el cálculo de la torsión y la producción de una máquina sí es necesario trabajar con velocidades reales.

- Estiraje entre el cilindro intermedio y el cilindro de salida

$$E = \frac{27\ mm}{25{,}4\ mm} \cdot \frac{71}{100} \cdot \frac{118}{44} \cdot \frac{120}{10} = 24{,}288$$

- λ del cilindro intermedio mediante la fórmula $\lambda = \phi \cdot \pi \cdot E$

$$\lambda = 25{,}4\ mm \cdot 3{,}1416 \cdot 24{,}288 = 1938\ mm = 1{,}94\ m$$

Para el engranaje de 44 dientes

No se puede determinar el estiraje entre el engranaje y el cilindro de salida, por lo que este método no es aplicable.

Empleando el método tacométrico

Dado que el diagrama cinemático no muestra la transmisión del movimiento del motor, se emplearán las velocidades relativas.

Para el cilindro intermedio

- Asignando rpm relativas al cilindro intermedio

$$rpm_{cil.\ interm.} = 1\ rpm$$

- Determinando la velocidad de salida relativa de la máquina (= velocidad relativa del cilindro de salida), calculando a partir de las rpm relativas del cilindro intermedio.

$$rpm_{cil.\ salida} = 1\ rpm \cdot \frac{71}{100} \cdot \frac{118}{44} \cdot \frac{120}{10} = 22{,}849$$

$$m/\min_{cil.\ salida} = \frac{27\ mm \cdot 3{,}1416 \cdot 22{,}849}{1000} = 1{,}94$$

- Calculando el λ del cilindro intermedio en el espectrograma del hilo

$$\lambda_{cil.\ interm.} = \frac{1{,}94\ m/\min}{1\ rpm} = 1{,}94\ m$$

Para el engranaje de 44 dientes

- Asignando rpm relativas al engranaje

$$rpm_{piñón} = 1\ rpm$$

- Determinando la velocidad de salida relativa de la máquina (= velocidad relativa del cilindro de salida), calculando a partir de las rpm relativas del engranaje.

$$rpm_{cil.\ salida} = 1\ rpm \cdot \frac{120}{10} = 12$$

$$m/\min_{cil.\ salida} = \frac{27\ mm \cdot 3{,}1416 \cdot 12}{1000} = 1{,}02$$

- Calculando el λ del engranaje en el espectrograma del hilo

$$\lambda_{piñón} = \frac{1{,}02\ m/\min}{1\ rpm} = 1{,}02\ m$$

LOCALIZACIÓN DE ZONAS QUE GENERAN ONDAS DE ESTIRAJE

Todo espectro ideal tiene su propia colina, con una altura máxima situada a K veces la longitud promedio de las fibras.

$$\lambda_{m0} = K \cdot \bar{l}$$

λ_{m0} : longitud de onda media directamente después del campo de estiraje correspondiente
K : 2,8 – 3,5
$\bar{l}$: longitud media de las fibras

Por casualidad la longitud de onda media λ_{m0} coincide con la longitud de onda del máximo inherente al propio espectrograma.

Se deduce que el máximo del espectrograma queda todavía más alto debido a las ondas de estiraje.

Si después de la zona de estiraje defectuosa existen otros estirajes, entonces la longitud de onda (λ_m) se incrementa en proporción al estiraje total que haya después de dicha zona:

$$\lambda_m = \lambda_{m0} \cdot E$$

Donde:

λ_m : longitud de onda de la colina por defecto de estiraje (onda de estiraje)
λ_{m0} : longitud de onda de la colina inherente (longitud de la fibra)
E : Estiraje total después de la zona defectuosa

Si conocemos el plan de hilatura podemos determinar exactamente el origen de las ondas de estiraje (con frecuencia se puede prescindir del cálculo de la longitud de onda inherente λ_{m0}, ya que se ha dicho que ésta coincide con el máximo natural del espectrograma. Basta establecer la relación de la longitud de onda media λ_m respecto a la longitud de onda inherente λ_{m0} para hallar el estiraje buscado.

Podría resumirse los pasos para hallar la zona de la máquina que genera ondas de estiraje del siguiente modo:

1. Determinar la longitud media λ_m del defecto en el espectrograma.
2. Calcular la longitud media de onda inherente λ_{m0}
3. Efectuar la operación $E = \frac{\lambda_m}{\lambda_{m0}}$
4. El valor de E hallado viene a ser el estiraje (o el total de ellos) que hay luego de la zona defectuosa hasta el punto de toma del material. Considerar el/los estirajes de máquinas posteriores hasta el punto de toma de la muestra, si lo hubiera.

Ejemplo 1

Durante el proceso de hilatura de un hilo cardado, las ondas de estiraje causadas por las fibras flotantes se producen en las zonas del estiraje principal de la mechera y de la continua. La longitud media $\bar{l}$ de fibra es 2,2 cm y el estiraje total en la continua de hilar es 23,5. ¿Cuál será la longitud de onda de estas fallas en el espectrograma del hilo?

Solución

Longitud de onda media de ondas de estiraje de la continua:

$$\lambda_{m\,continua} \approx 2{,}8 \cdot \bar{l} = 2{,}8 \cdot 2{,}2\ cm \approx 6\ cm$$

Longitud de onda media de ondas de estiraje de la mechera:

$$\lambda_{m\,mechera} \approx 3{,}2 \cdot 2{,}2\ cm \cdot 23{,}5 \approx 1{,}65\ m$$

Estas dos longitudes de onda se mostrarán en el espectrograma de la siguiente manera:

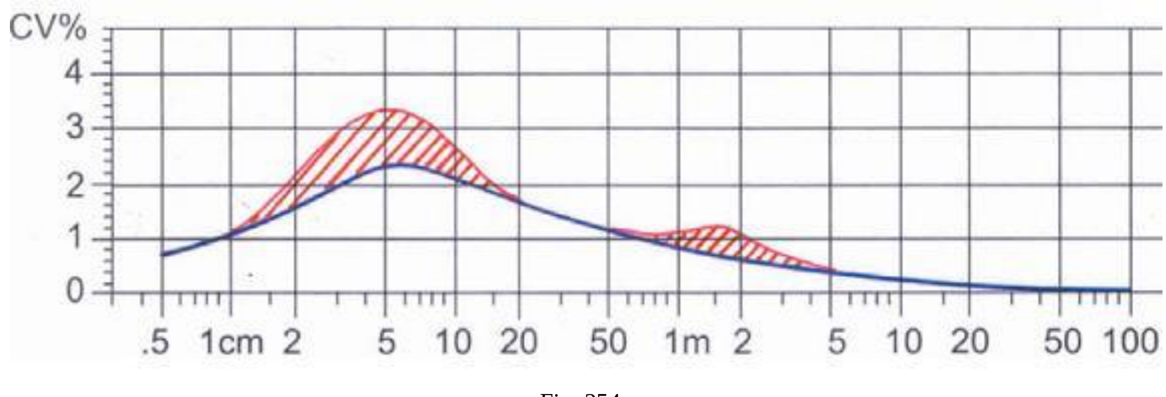


Fig. 254

Ejemplo 2

Se tiene un pabilo (mecha) elaborado en una mechera con un sistema de estiraje mostrado en la fig. 255. Al analizar el pabilo en el regularímetro UT4 se obtuvo el espectrograma de la figura 256. Determinar cuál es la zona de la máquina que genera el defecto. Se sabe además que la longitud media de las fibras es 27 milímetros.

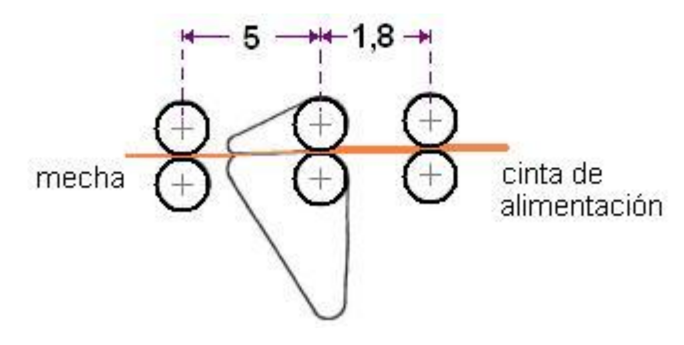


Fig. 255 Esquema del tren de estiraje de una mechera, los números superiores indican los valores de estiraje.

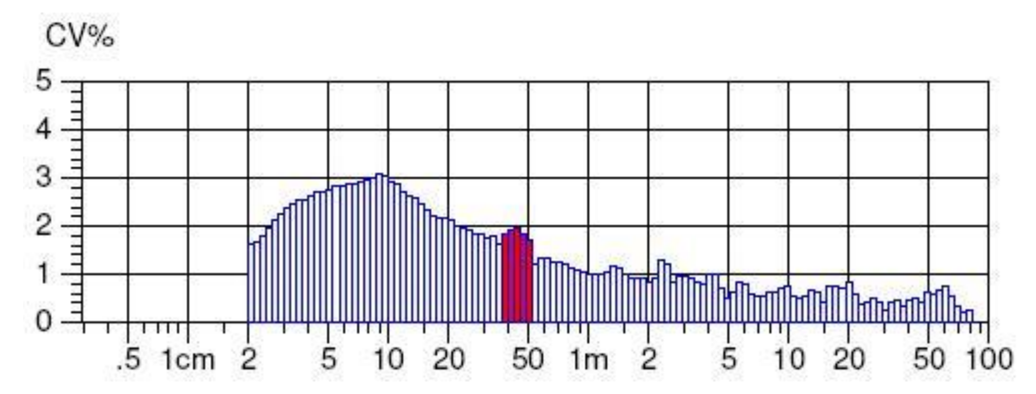


Fig. 256 Espectrograma de la mecha, donde se aprecia una montaña debida a ondas de estiraje, con una λ_m cercana a 45 cm.

Solución

El defecto mostrado en el espectrograma son montañas, por lo que se trata de ondas de estiraje. Debemos recordar que las ondas de estiraje se originan **únicamente** en las zonas de estiraje, por lo que en el caso de esta máquina, sólo tenemos dos posibles lugares: el pre estirado y el estirado principal. A continuación realizaremos la identificación de la zona defectuosa:

- La longitud media λ_m de la onda es aproximadamente 45 centímetros.
- Calcular la longitud media de onda inherente $\lambda_{m0} = K \cdot \bar{l}$ [21]

  $$\lambda_{m0} = 3{,}2 \cdot 2{,}7\ cm = 8{,}64\ cm \approx 9\ cm$$

  La longitud media inherente del pabilado es 9 cm, esta corresponde – en efecto – a la longitud de onda del punto más alto del espectrograma.
- Calculamos el estiraje (o el total de ellos) que hay luego de la zona defectuosa hasta el punto de toma del material

  $$E = \frac{\lambda_m}{\lambda_{m0}} = \frac{45\ cm}{9\ cm} = 5$$

  Ahora debemos hallar la zona que está **antes** de un estiraje de 5 hasta el punto de toma de material (salida del cilindro frontal de la mechera, porque el material tomado es un pabilo). Como esta zona corresponde al campo del pre estirado, concluimos que en esta área se están produciendo las ondas de estiraje, posiblemente debido a un mal ajuste.

---

[21] En el acápite *Espectrograma ideal típico* se indicó los valores que toma la constante K según la operación de hilandería. En este caso, para la mechera le corresponde un valor de 3,2.

EJERCICIOS PROPUESTOS

A continuación se muestran ejercicios a desarrollar, para ello se debe trabajar con los diagramas cinemáticos de las máquinas mostradas en el capítulo de *Cálculos en las máquinas de hilandería mediante diagramas cinemáticos*.

1. En una hilandería una carda (fig. 91) se alimenta de un rollo de batán de 450 g/m. De acuerdo a esto:
   a. Calcule y complete el cuadro de longitudes de onda para los elementos de la máquina

Órgano	λ
Cilindro alimentador	
Tomador delantero (*lickerín*)	
Gran tambor	
Condensador (Doffer)	
Calandras	
Calandrinas	

   b. ¿Cuál será el Ne de la cinta a la salida?

2. En una hilandería se tiene un manuar de 2º paso, éste se alimenta de 8 cintas de 0,125 Ne, con un CV masa promedio de 3,7%. De acuerdo a esto:
   a. Calcule y complete el cuadro de datos adjunto para el manuar de la fig. 92.

Órgano	λ
Cilindro alimentador	
Cilindro intermedio	
Cilindro estirador	

   b. ¿Cuál será el Ne de la cinta a la salida del manuar?
   c. Si la cinta producida por el manuar tiene un CVm de 2,5% ¿Cuál será el CV de la máquina?

3. De acuerdo al diagrama cinemático de la mechera (fig. 93), calcule y complete el cuadro de las longitudes de onda:

Órgano	λ
Cilindro alimentador	
Cilindro intermedio	
Cilindro salida	

4. Al analizar un hilado en el regularímetro UT4, se obtuvo el espectrograma de la fig. 257. ¿Cuál es el elemento mecánico que origina el defecto, si se hiló en la continua de la fig. 94?

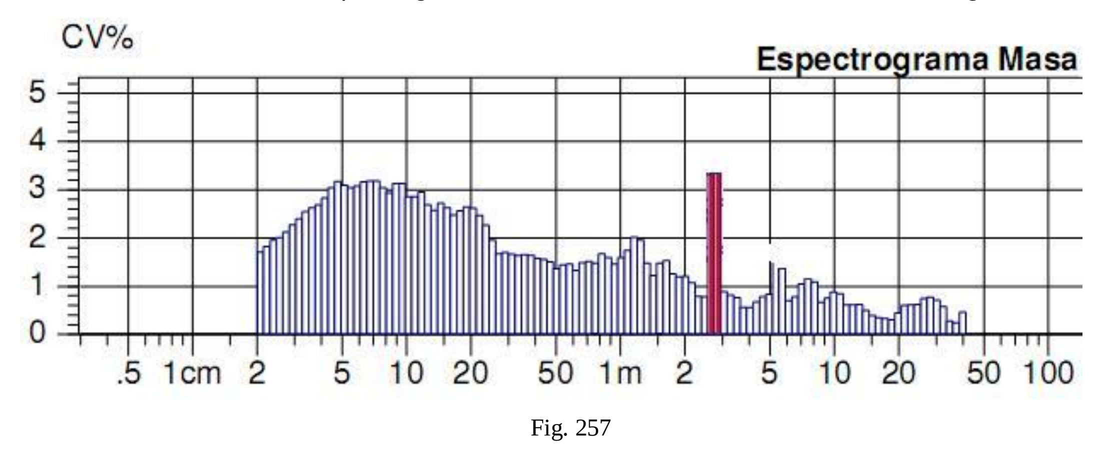


Fig. 257

5. Se trabajó un algodón de 27 mm de longitud en una continua cuyo tren de estiraje se grafica en la fig. 258: Al analizar en el regularímetro el hilado producido, se obtuvo el espectrograma que se muestra en la fig. 259. Determinar dónde se originan los dos defectos periódicos.

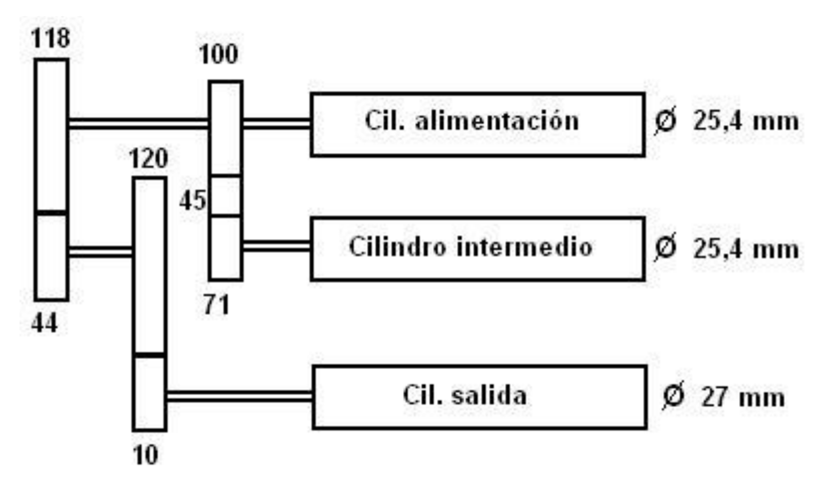


Fig. 258

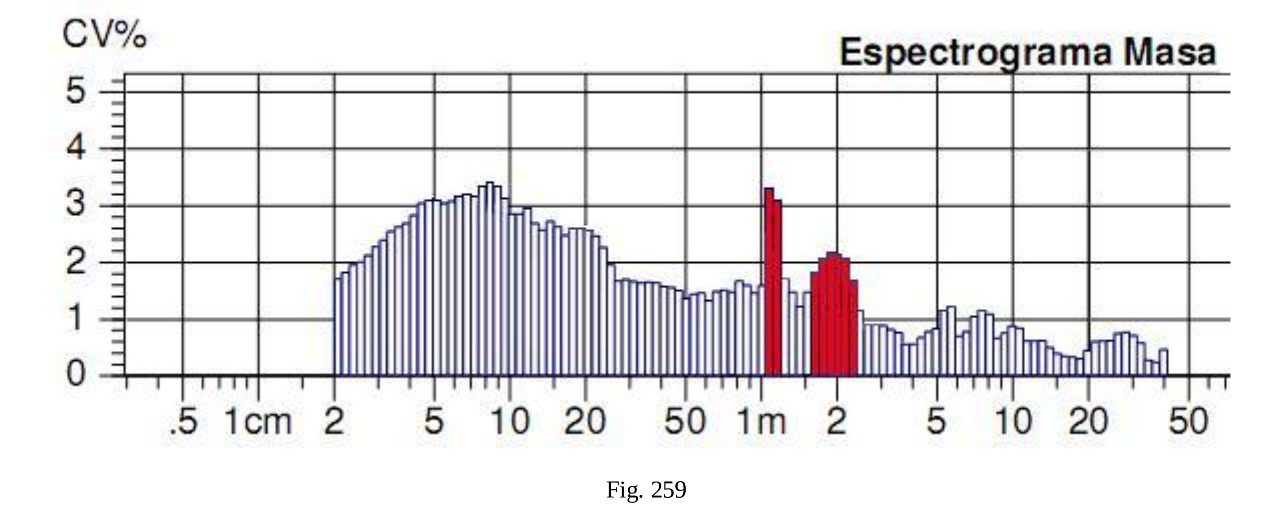


Fig. 259

6. Al analizar un hilado en el regularímetro UT4 se obtuvo el espectrograma de la figura 260 ¿cuáles serían los elementos mecánicos defectuosos, si se toman en cuenta los trenes de estiraje de la continua A (fig. 94), la mechera (fig. 93) y el manuar (fig. 92)?

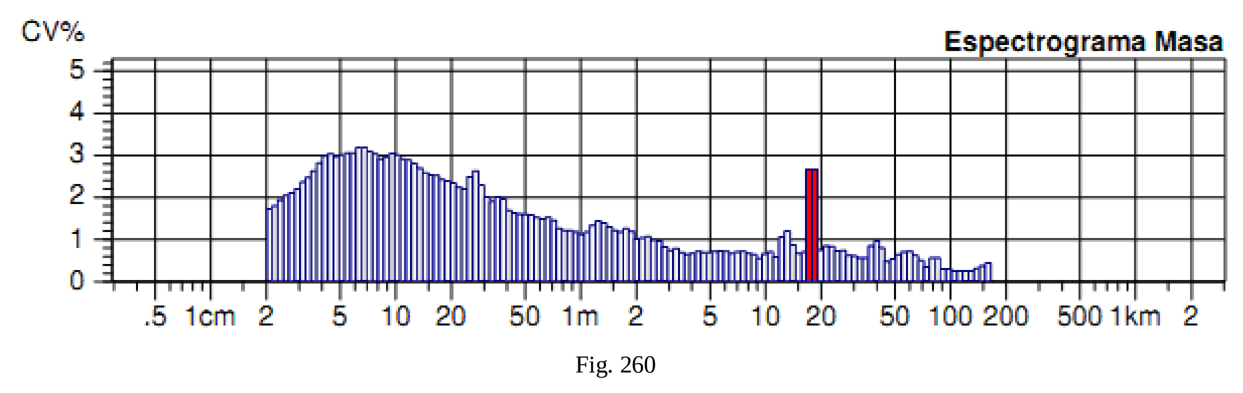


Fig. 260

ESTADÍSTICAS USTER

En una hilandería, la labor del Departamento de Calidad no debería consistir únicamente en controlar y alcanzar estándares prefijados, también podría realizar comparaciones con productos competitivos externos. La información para este propósito, sin embargo, no es fácil de obtener, y en un estudio de mercado, algunos detalles no siempre son asequibles.

Durante muchos años, la firma Uster ha emprendido la tarea de presentar un completo estudio de los valores mundiales de los productos de hilandería sobre la base de ensayos estadísticamente representativos, y ha publicado periódicamente sus resultados bajo el título de **Estadísticas Uster** (en inglés *Uster Statistics*). Éstas son datos que permiten una clasificación de los hilos con referencia a la producción mundial, y se elaboran mediante un detallado análisis de las muestras enviadas de hilanderías de varias partes del mundo a los laboratorios de la firma Uster, en Suiza y China.

En las Estadísticas Uster se presentan datos estadísticos referentes a:

- La irregularidad de cintas, mechas e hilos
- La frecuencia de fallas frecuentes en el hilo (imperfecciones)
- La frecuencia de fallas poco frecuentes en el hilo (defectos)
- La resistencia y alargamiento a la rotura de hilos
- La variación de la densidad lineal del hilo
- La pilosidad del hilo
- La variación del diámetro del hilo
- Las impurezas y el polvo de los hilos
- La redondez del hilo

Con esta documentación, es posible que todos los productores de hilados puedan comparar sus productos con los valores mundiales.

Un punto importante a tomar en cuenta es que, desafortunadamente, la obtención del nivel referencial de calidad en las Estadísticas Uster se hace con cierto grado de incertidumbre porque, por un lado, sólo se ha tomado una muestra y no la producción completa en nuestra comparación. Por otro lado, también hay que tener en cuenta que todos los equipos de análisis están sujetos a pequeños errores sistemáticos, que también deben ser incluidos en esta comparación.

Nomogramas de la Estadísticas Uster

Los diferentes capítulos están agrupados según el proceso de hilatura (cardado, peinado), según la composición de material (100% algodón, 100% viscosa, 100% poliéster, o mezclas de ellos) y el tipo de hilo (convencional, hilado por rotor, hilo compacto).

Cada capítulo, a su vez, está dividido en determinadas características de calidad (por ejemplo variación de masa, resistencia a la rotura etc.), las cuales fueron analizadas con diferentes equipos de análisis Uster.

Una medición de determinada característica puede componerse de diferentes parámetros. Por ejemplo, la variación de masa incluye CVm y CVmb.

Estos parámetros están representados gráficamente. Un diagrama circular muestra la procedencia de las muestras que fueron utilizadas para determinar los datos en bruto. Cada característica, pero no cada parámetro de calidad dispone de un diagrama circular, ya que las mediciones fueron realizadas simultáneamente en las mismas muestras.

Los nomogramas con las correspondientes líneas percentílicas (líneas de porcentaje) representan el elemento más importante de las Estadísticas Uster. En cierta forma, el ancho de la línea percentílica

delimita la exactitud de interpretación, representando esto una especie de recordatorio sobre la variación pronunciada de los análisis textiles.

El parámetro de calidad está representado en la ordenada (eje vertical o *y*) y la abscisa (eje horizontal o *x*) – que contiene divisiones – representa la densidad lineal del material.

El eje x debe ser el punto de partida de cualquier análisis. Las líneas percentílicas identifican la parte porcentual de la producción mundial, mayor o igual al valor de medición correspondiente de determinado hilo.

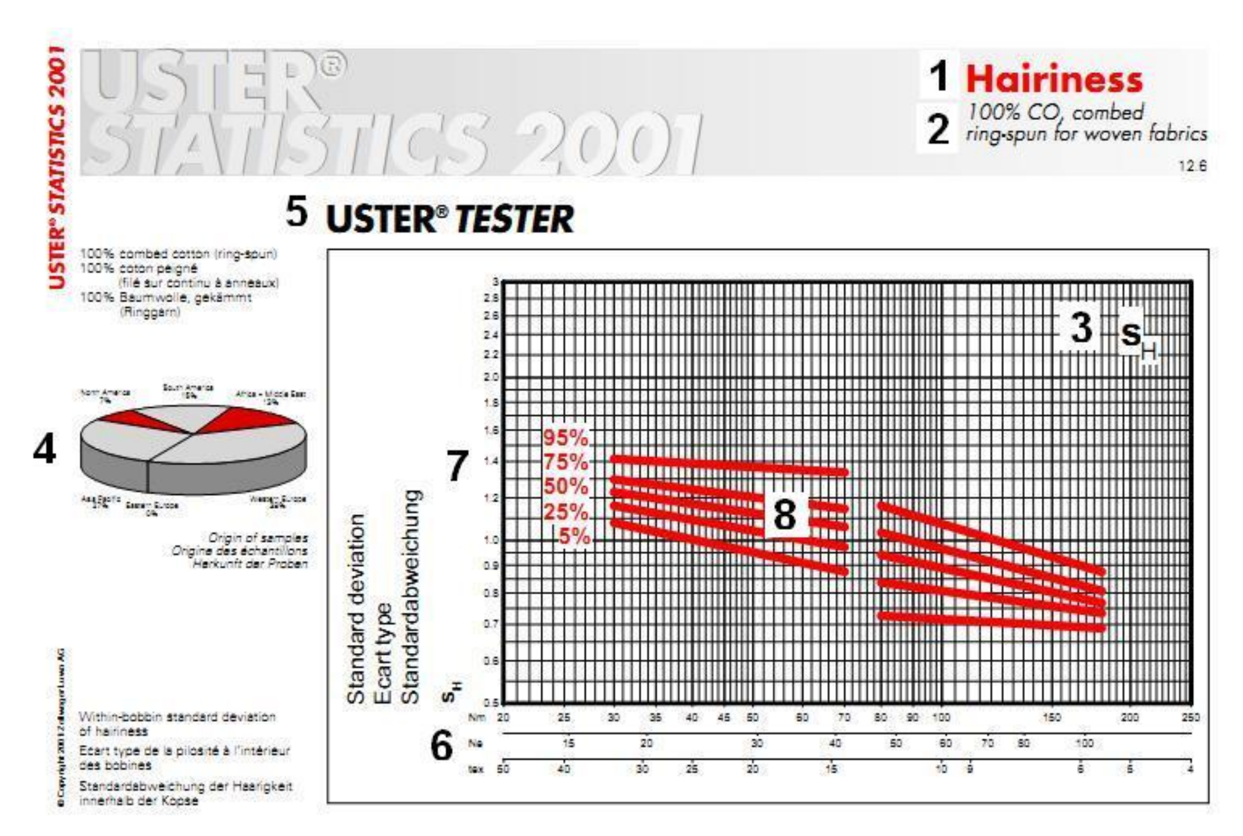


Fig. 261

1. Característica de calidad (*Hairiness*, pilosidad)
2. Composición, proceso de hilatura, tipo de hilatura, uso final del hilo
3. Parámetro de calidad (S_H, desviación estándar de la pilosidad)
4. Procedencia de las muestras para la elaboración del nomograma
5. Equipo Uster empleado en el análisis
6. Eje x, escala de densidad lineal
7. Eje *y*, escala de los valores del parámetro de calidad
8. Líneas percentiles del 5, 25, 50, 75 y 95%

La línea percentílica del 50% corresponde a la **mediana** (debemos recordar que la mediana es la cifra situada exactamente en la mitad de una serie de datos), en caso de estar los valores de medición agrupados en forma ascendente o descendente; en este caso, la mitad de todos los valores de medición se sitúa por encima y la otra mitad por debajo del mediano. Dependiendo de que la distribución de frecuencia de determinado parámetro de calidad es simétrica o no, la mediana corresponde o no al valor de la media aritmética.

En algunos ejemplos, las líneas percentílicas (líneas de porcentaje) vecinas están situadas muy cerca una de otra. Para evitar la formación de simples superficies rojas, no se muestran en estos casos las líneas del 25% y del 75%, logrando así una mejor interpretación del gráfico.

Interpretación

A manera de ejemplo, tenemos el siguiente caso: Según los análisis con el Uster Tester, el coeficiente de variación de la masa de un hilo convencional para tejido de punto Ne 20 (Nm 34, 30 tex) de algodón cardado es de CVm = 13,6 ± 0,2%. ¿En qué nivel de calidad se encuentra respecto al resto del mundo?

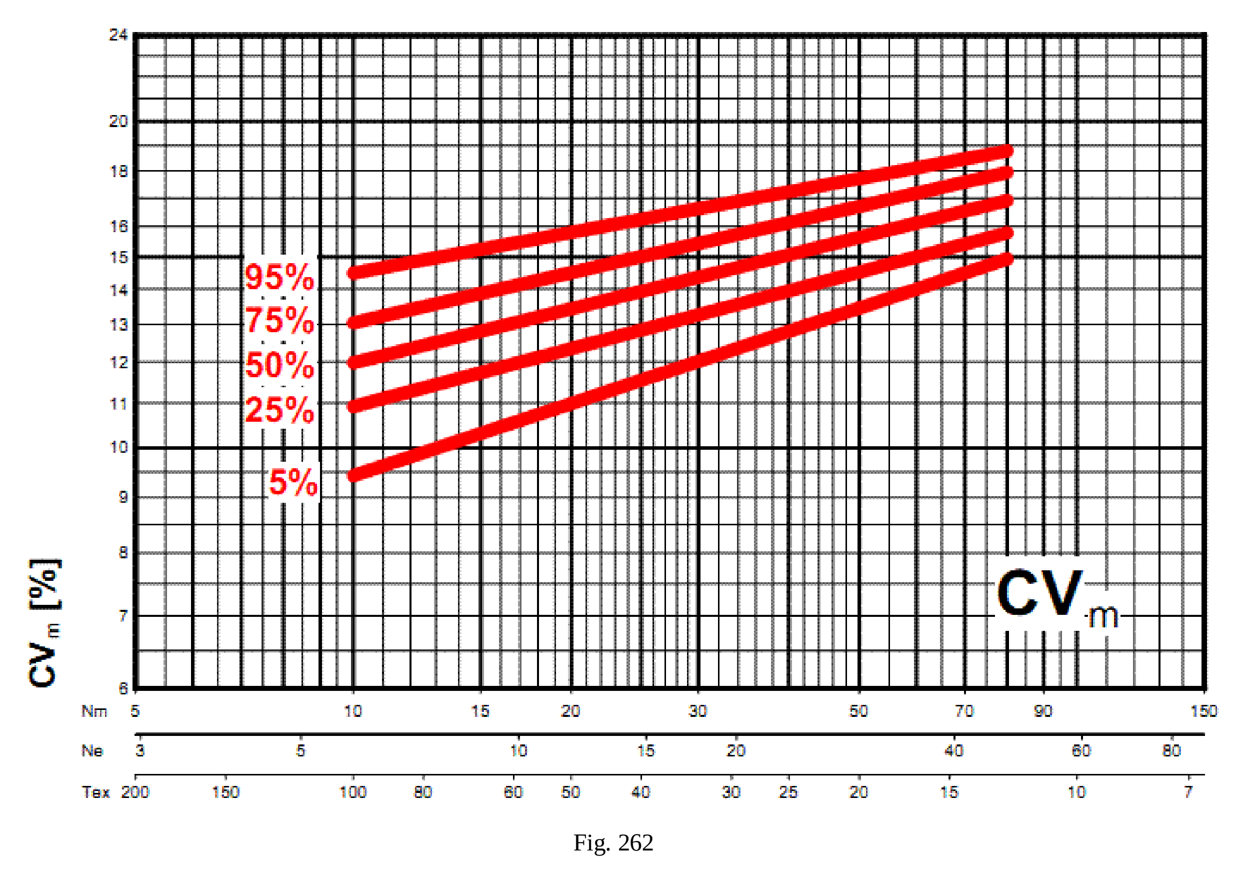


Fig. 262

Una línea vertical dibujada en el punto Ne 20 del eje *x*, traspasa las líneas horizontales del 13,4% y del 13,8% (límites inferior y superior de confianza) marcadas en el eje *y* exactamente en la línea percentílica del 25%. Esto significa que:

- A escala mundial, sólo el 25% de todos los hilos convencionales Ne 20 de algodón cardado tienen un valor CVm de 13,6% o más bajo (= mejor).
- En cambio, el 75% de los hilos Ne 20 comparables de la producción mundial, tienen un CVm más alto (o peor) que 13,6%.

DEFECTOS DE HILO

Los defectos de hilo pueden definirse como irregularidades de hilo capaces de provocar dificultades en las etapas de producción posteriores o defectos en el producto final.

Estas irregularidades se deben a:

- **DESVIACIONES DEL DIÁMETRO**: Aunque el proceso de hilatura suministra un hilo relativamente uniforme, no es posible evitar completamente diferencias en su diámetro. Por tal motivo, es necesario diferenciar, en primer lugar, entre irregularidades de hilo normales y defectos de hilo propiamente dichos.

- **DESVIACIONES DE TITULO**: Los defectos de título son usualmente molestos por sus grandes longitudes, las causas incluyen:
  - Desviaciones mezclando canillas incorrectas
  - Pabilo dañado o irregular puede llevar a variación de título de hilo dentro de la canilla
  - Falsos estirajes

- **PRESENCIA DE MATERIA EXTRAÑA**: Es todo aquello que no es fibra, puede a originarse durante el proceso de cultivo (impurezas) o deberse a procesos externos a él (contaminación).
  - De la cosecha manual y el desmotado: Materia vegetal, plumas, cabello, trapos, plástico, yute, etc.
  - De la recolección mecánica: grasa y goma.
  - Del material de recolección y/o empaque: polipropileno.
  - Del proceso interno de la planta de hilatura: fibras extrañas, grasa, aceite, polvo, cerdas, etc.



Fig. 263

DEFECTOS DE HILANDERÍA

Los defectos de hilandería son producidos en el transcurso de la transformación de las fibras a hilos, perjudicando la calidad de éstos y, obviamente, la calidad de los tejidos como producto final; asimismo, merman las utilidades y aumentan los costos de producción.

Muchos de los defectos no llegan hasta el producto final, ya que éstos han sido eliminados al producirse la rotura del hilo en el proceso de preparación (coneras, urdidoras, engomado, etc.) y en el proceso de tejeduría; pero no obstante, la gran mayoría de ellos llegan hasta el producto terminado y son las causas del aumento de productos de segunda calidad.

La mejor forma de evitar la presencia de los defectos en el hilo es prevenir la formación de los mismos, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- ❒ Condiciones ambientales de trabajo,
- ❒ Homogeneidad de la materia prima, en cuanto a sus principales características físicas,
- ❒ Control sistemático en cada fase del proceso,
- ❒ Limpieza, ajuste y mantenimiento de la maquinaria, y
- ❒ Personal debidamente capacitado.

TIPOS DE DEFECTOS SEGÚN SU ORIGEN

1. **Defectos por estiraje**

   Aspecto: Hilo grueso, partes gruesas y delgadas

   Causas: La causa principal es el mal funcionamiento del sistema de estiraje de la continua de anillos, el cual no produce el estiraje correcto de las fibras; en algunos casos, no se debe al mal ajuste del tren de estiraje de la continua o mechera, sino que también puede tener su origen en la misma materia prima.

2. **Defectos por desperdicios**

   Aspecto: Partes gruesas, cortas y sucias, aglomeraciones de fibras alrededor de un cuerpo extraño. Aglomeraciones de varias partes gruesas cortas y con pelusa.

   Causas: Los desperdicios producidos por falta de limpieza y fibras flotantes.

3. **Defectos ocasionados por borrillas**

   Aspecto: Partes gruesas, cortas y limpias; fibras sueltas en la superficie del hilo.

   Causas: Fibras que se aglomeran en las aletas de la mechera, en los embudos, fibras acumuladas en el tren de estiraje, en las bobinas, etc., son sopladas sobre la mecha o el hilo. También se producen al agregar demasiado desperdicio como material de reprocesamiento (cintas, mechas, napas descartadas, etc.)

4. **Defectos ocasionados por el operario**

   Aspecto: Defectos largos, partes gruesas y finas, hilos gruesos parecidos a los defectos de estiraje. Defectos cortos, en forma de tirabuzón.

   Causas: Empalmes defectuosos de mechas, debido a la unión de extremos demasiado largos, empalmes de mecha-hilo demasiado gruesos.

5. **Defectos ocasionados por superficies defectuosas**

   Aspecto: Aglomeraciones de partes gruesas cortas, partes gruesas largas, con fibras sueltas en la superficie.

   Causas: Superficies ásperas o defectuosas, las cuales "rascan" al hilo, especialmente superficies que transportan a la masa de fibras.

6. **Defectos ocasionados por la misma materia prima o por mezclas**

   Aspecto: Partes gruesas cortas, en forma de neps, con pequeñas partículas de cáscaras o fibras rotas. Los defectos de mezclas son más largos, pero más delgados.

   Causas: Mezclas insuficientes o equivocadas, fibras que flotan en el tren de estiraje; limpieza, procesos de cardado o peinado.

Defectos ocasionados en la continua de hilar

S1: Pelusa atrapada en la zona de estiraje o de fibras sueltas en la mecha.

S2: *borrillas sueltas*, son grupos de fibras arrastradas por el hilado después de la zona de estiraje.

S3: *borrillas largas*, se forman sobre los rodillos o las banditas, que de vez en cuando son arrastradas por el hilado y entrehiladas.

S4: *Pescado* o *sacacorchos*, acumulaciones de fibras causadas por estática, bandas inadecuadas o dañadas.

S5: *retenciones*, fibras aisladas que frecuentemente son tomadas por el cursor, formando partes gruesas esféricas. Los cantos ásperos del cursor o del guiahílos pueden originar defectos similares.

S6: Cadenas de defectos causadas por una serie de defectos S1, S2 y posiblemente S3.

S7: Crackers causados por fibras muy largas que momentáneamente interrumpen el paso en la zona de estiraje.

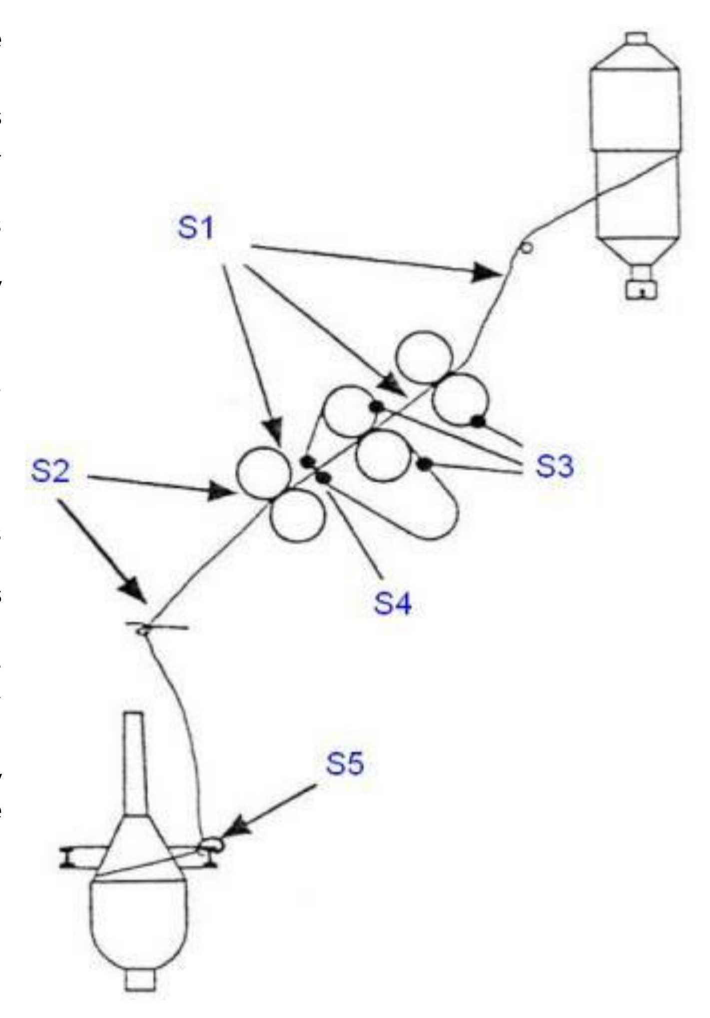


Fig. 264

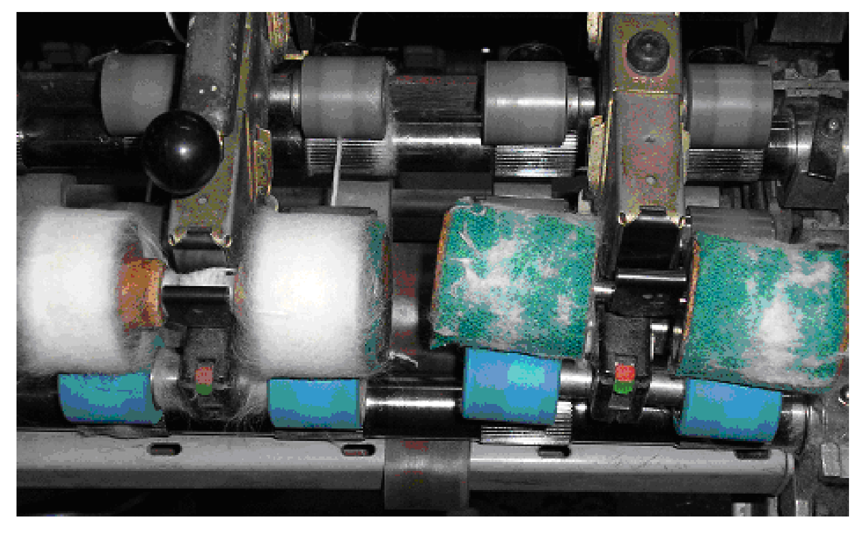


Fig. 265 Limpieza, control y mantenimiento son los puntos clave para evitar los defectos



Fig. 266 S1

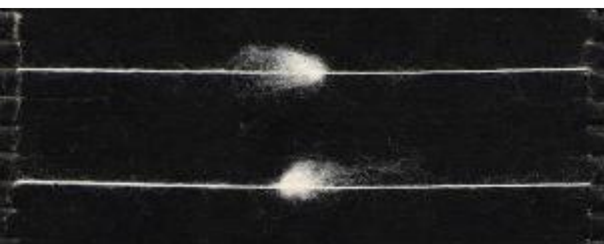


Fig. 267 S2

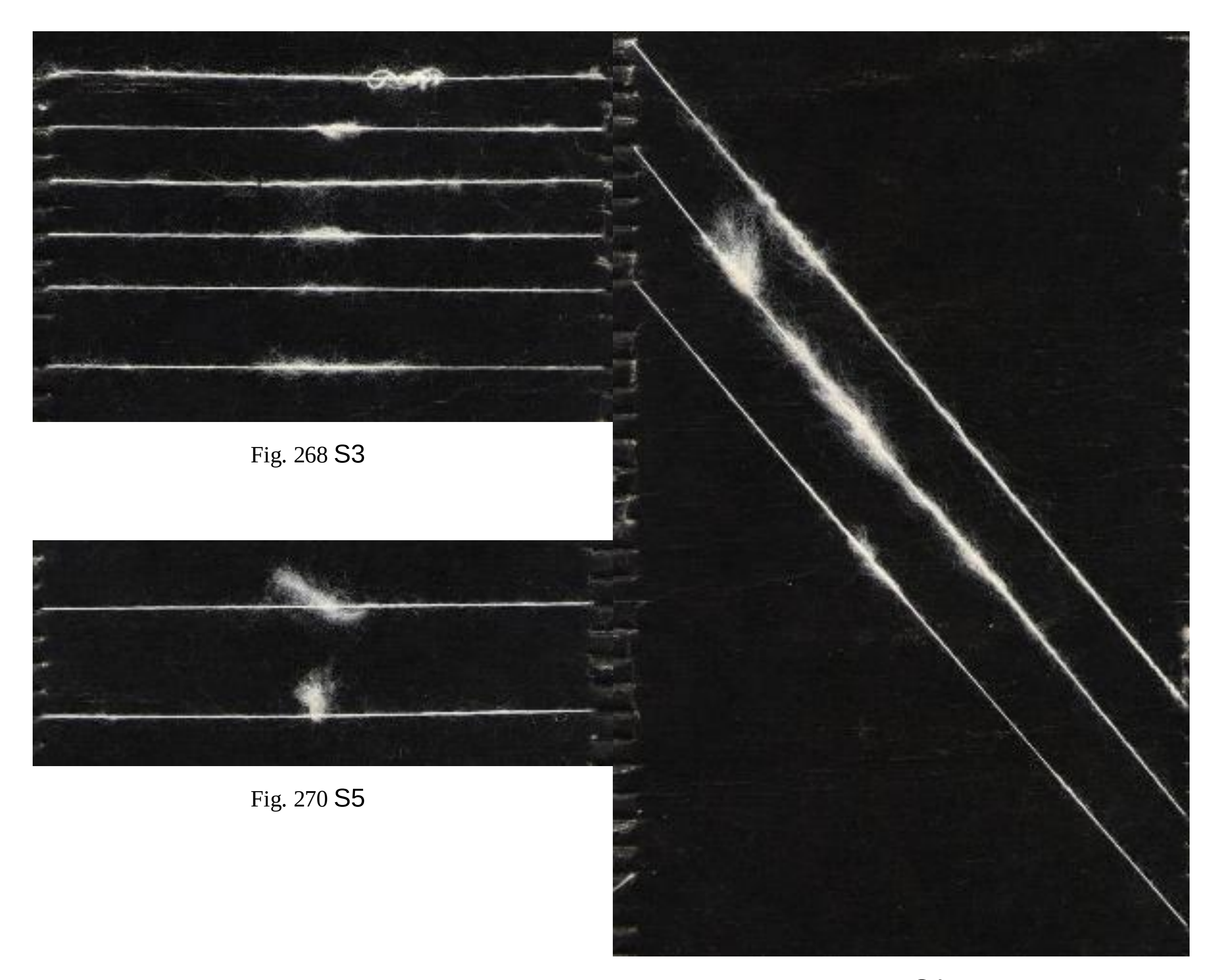


Fig. 268 S3

Fig. 270 S5

Fig. 269 S4

Defectos de un hilo de continua de hilar

EL BOBINADO (DEVANADO O ENCONADO)

Se define como el cambio de formato del hilado, contenido en husadas, (canillas), conos madejas, etc. a formatos llamados bobinas para una mejor manipulación y realizar adecuadamente los procesos posteriores del hilo.

A través del bobinado se:

- Eliminan fallas del hilo, tales como partes gruesas, partes delgadas, enredos, aglomeraciones de pelusa y fibra, restos de semilla, materias extrañas que pueden quedar entretorcidas con las fibras, etc. (*purgado*)
- Produce un formato adecuado para los procesos siguientes por ejemplo: para reunir varias bobinas pequeñas (cogollos, *baby conos*) en una bobina más grande, para dividir una bobina en varias bobinas (división de conos), para cambiar el formato o la densidad (previo a la tintura de hilos), etc.
- Adiciona un lubricante sólido para facilitar las operaciones posteriores, especialmente sobre todo para géneros de punto (*parafinado*).



Fig. 271

PURGADO DE LOS HILOS

El purgado de hilo se puede definir como la detección y eliminación de defectos del hilo. Esta tarea se realiza durante el proceso de bobinado. Por esta razón, los purgadores de hilo forman parte de una bobinadora.

La eliminación de un defecto exige una interrupción del proceso de bobinado: es preciso parar el huso, eliminar el defecto y unir de nuevo los extremos de los hilos. Evidentemente, esta interrupción ocasiona una pérdida de producción. Por tal motivo, el purgado de hilo es siempre un **compromiso entre calidad y producción**, es decir entre un máximo de defectos de hilo que podrían eliminarse y una pérdida de producción mínima que se considere admisible. Este compromiso lleva a la diferenciación entre:

- Defectos de hilo tolerables, es decir, aquellos que se toleran en el interés del rendimiento de la máquina.
- Defectos de hilo intolerables.

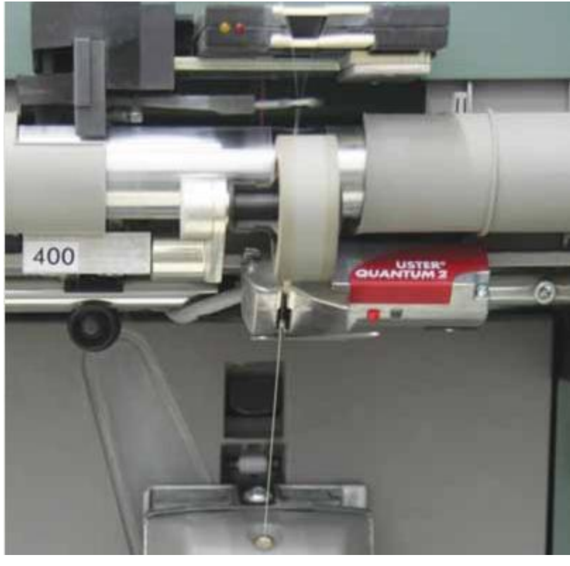


Fig. 272

Ya se ha establecido que una de las funciones de

las operaciones del bobinado, es la de realizar la limpieza de los hilos a un grado adecuado. Para este efecto toda la máquina bobinadora cuenta con dispositivos denominados purgadores, los que se encargan de eliminar las partes defectuosas de los hilos.

Los ajustes de purgado de hilo determinan el desempeño del purgador:

- Muy cerrado: altos números de cortes innecesarios, pérdida de producción, ganancias reducidas, desgaste de la máquina, reducción en la calidad del hilo.
- Muy abierto: Pobre calidad del hilo, quejas de los clientes, incremento de segundas de calidad, pérdida de clientes.

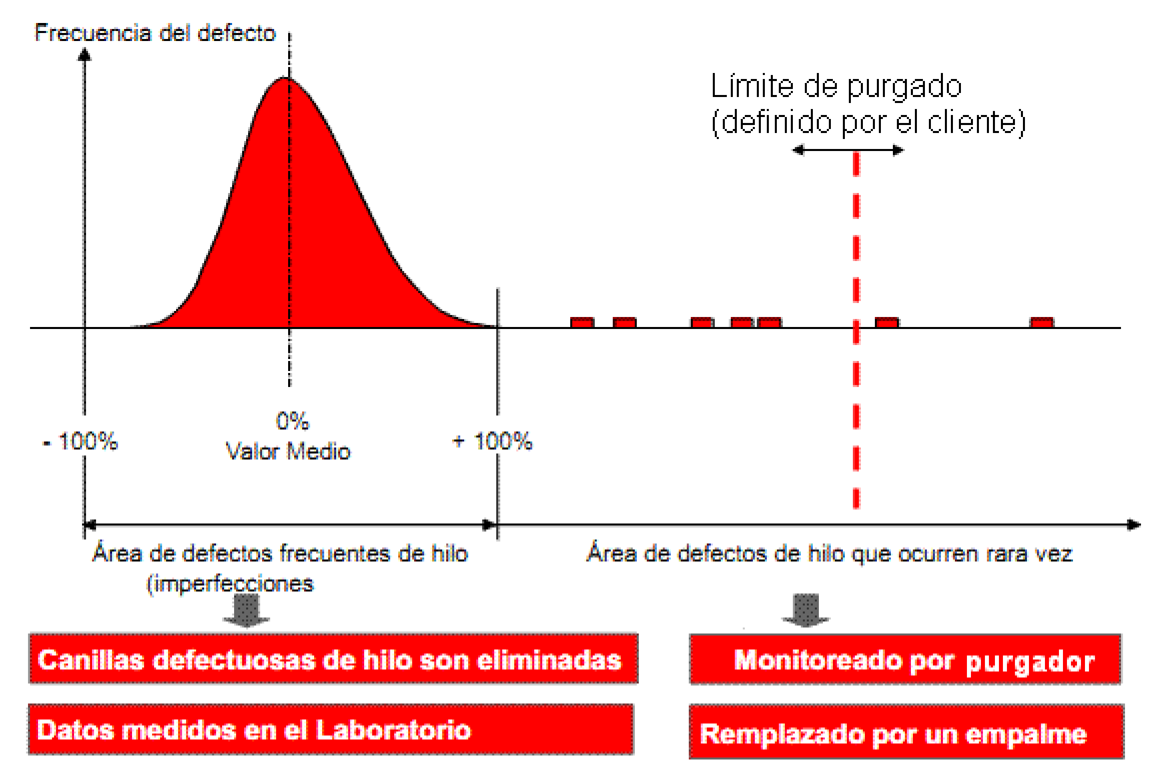


Fig. 273 Campo de trabajo de los purgadores de hilo

TIPOS DE PURGADORES

PURGADOR MECÁNICO

En este tipo de purgadores el hilo pasa por un espacio limitado previamente calibrado. Si el hilo sobrepasa la medida de dicho espacio, la parte gruesa arrastra a un elemento (ya sea una placa metálica o peine), de altura regulable de acuerdo con el título del hilo y el grado de limpieza que se requiere, cerrando el espacio y trabando el purgador, causando la rotura del hilo.

Ventajas

- Bajo costo inicial.
- Construcción robusta.
- Mínimo requerimiento de mantenimiento.
- Fácil regulación.

Desventajas:

- Los incrementos progresivos del diámetro de los hilos son comprimidos por la placa, y por lo tanto pueden pasar sin ser eliminados (*slubs* o torpedos)
- Extra sensibilizado puede dañar al hilo por excesiva fricción.
- Regulación independiente para cada purgador.
- No hay diferenciación con respecto al largo de la falla.

Regulación del purgador mecánico

La distancia entre la placa oscilante (o peine) y su yunque, está determinado de la siguiente manera:

a) Si el hilo es cardado, la abertura puede oscilar entre 1,75 a 2,25 veces el diámetro del hilo.
b) Si el hilo es peinado, la abertura puede oscilar entre 1,5 a 1,75 veces el diámetro del hilo.

Diámetro aproximado de un hilo

Para la regulación de la abertura de los purgadores mecánicos primero debe calcularse el diámetro de un hilo, de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$\phi_{mm} = 0{,}037 \cdot \sqrt{tex} = \frac{0{,}907}{\sqrt{Ne}}$$

$$\phi_{1/1000''} = 1{,}4 \cdot \sqrt{tex} = \frac{35{,}7}{\sqrt{Ne}}$$

Cabe mencionar que este parámetro (diámetro del hilo) solamente se calcula en función a la densidad lineal, aunque intervienen otros factores que ambas fórmulas no toman en cuenta, como la compacidad. En todo caso, este método nos da un valor aproximado al real.

Ejemplo: En la sección de bobinado se está enconando un lote de hilado de algodón peinado 30 tex, el purgador de las máquinas es mecánico, y se desea purgar (eliminar) todos las partes que presenten un diámetro superior a +50% del diámetro promedio:

Solución

- Primero se debe determinar el diámetro del hilo:

$$\phi_{mm} = 0{,}037 \cdot \sqrt{tex} = 0{,}037 \cdot \sqrt{30} = 0{,}037 \cdot 5{,}477 = 0{,}2mm \text{ o}$$

$$\phi_{1/1000''} = 1{,}4 \cdot \sqrt{tex} = 1{,}4 \cdot \sqrt{30} = 1{,}4 \cdot 5{,}477 = 7{,}7 \text{ milésimas de pulgada} = 0{,}0077''$$

- Luego se calcula la abertura de los purgadores a 1,5 veces (+50% el diámetro del hilo):

$$Abertura_{mm} = 0{,}2mm \cdot 1{,}5 = 0{,}3mm \text{ ó}$$

$$Abertura_{1/1000''} = 7{,}7 \text{ milésimas de pulgada} \cdot 1{,}5 = 11{,}6 \text{ milésimas de pulgada} = 0{,}0116''$$

PURGADORES ELECTRONICOS:

Debido a las exigencias de calidad cada vez más solicitada y al creciente empleo de bobinadoras automáticas, se procura compensar el aumento de los costos con un intenso purgado del hilado mediante el empleo de los purgadores electrónicos.

En principio las fallas que deben considerarse para efectos del purgado, tienen dos dimensiones: grosor o diámetro y longitud.

Si denominamos al área promedio de la sección del hilado: 0%, un área de 100% significará una porción gruesa con doble espesor que el normal. Una porción o sector con la mitad del área promedio será clasificada como porción delgada y con -50%.

Los purgadores electrónicos actúan justamente en la detección, por medio de la unidad medidora del espesor o *diámetro* y la longitud de la falla independientemente una de otra. El defecto o falla en cuestión **sólo se elimina cuando su espesor y su longitud están entre sí en una relación bien determinada, previamente escogida**.

Así se puede adoptar un límite preciso, por medio del ajuste del aparato, entre los defectos del hilo que es imprescindible eliminar y los que no se consideran perjudiciales.

En la actualidad se encuentra en la industria textil tres tipos de purgadores electrónicos en las unidades detectoras de los defectos:

- Capacitivo;
- Óptico y
- Triboeléctrico



Fig. 274

En el caso del detector por **capacitancia** (fig. 275), el hilo pasa a través del espacio comprendido entre las placas del condensador. Si la masa del hilo sobrepasa los límites pre-establecidos, la capacidad del condensador también varía proporcionalmente para dar una señal a la unidad cortadora, la cual corta el hilo. Es importante resaltar que en este detector se mide la masa del hilo y no sus dimensiones físicas, tales como diámetro.

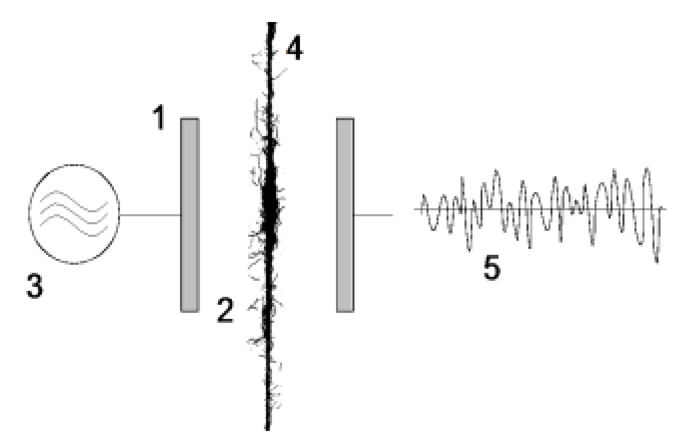


Fig. 275 (1) Condensador de medición (2) Campo eléctrico (3) Voltaje eléctrico (4) Hilo (5)Señal del hilo

Este principio tiene el inconveniente de que su funcionamiento depende de la determinada constante dieléctrica del material y su humedad. Para compensar estas influencias hay en el panel de control un mando cuyo índice se hace coincidir con una cifra distinta de cada material. Fuera de la limpieza periódica de la unidad detectora (absorbente o sopladora) no se necesita ningún trabajo de conservación.

El purgador de principio **óptico** (fig. 276) reconoce y purga defectos del hilo, así como fibras extrañas que tienen un color distinto que el hilo. Este principio corresponde a los criterios de calidad según el ojo humano.

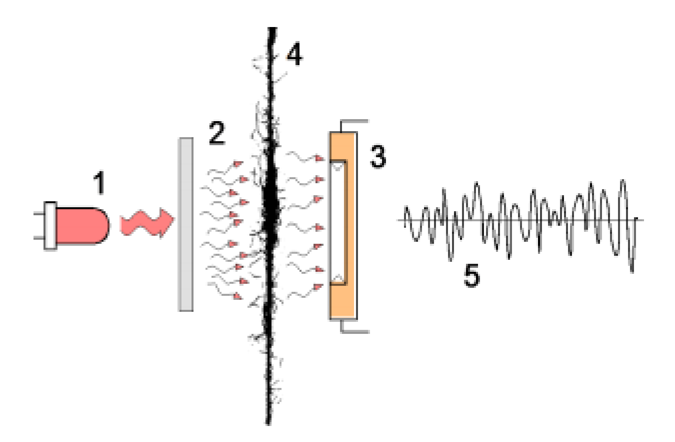


Fig. 276 (1) Fuente de luz infrarroja (2) Difusor (3) Fotocelda (4) Hilo (5) Señal del hilo

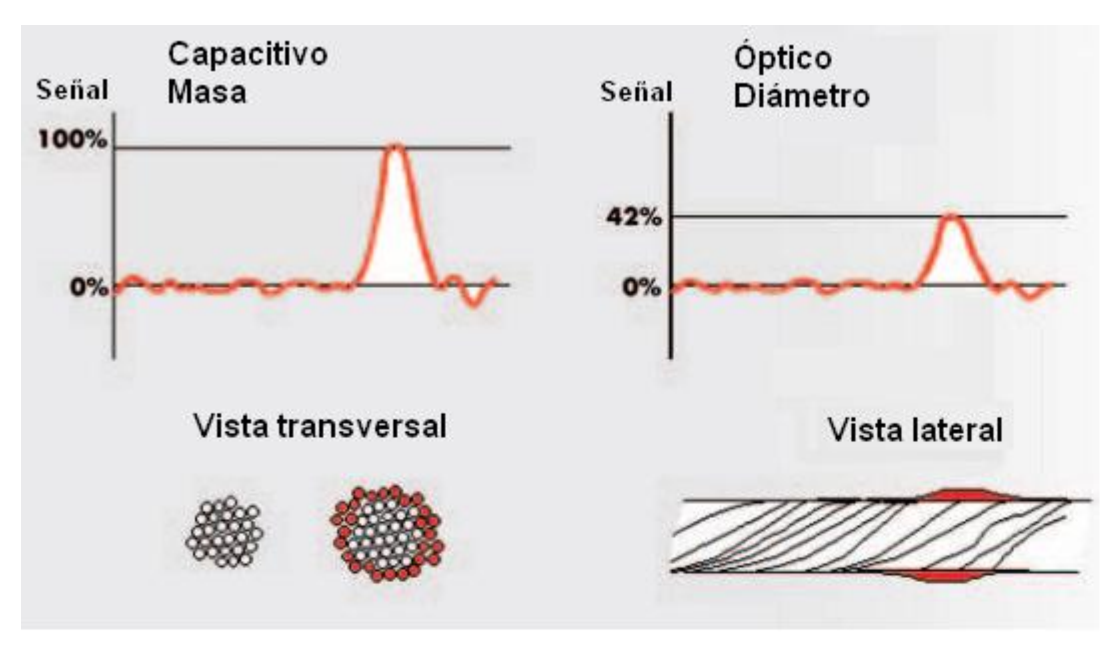


Fig. 277 Comparación entre los principios de medición capacitivo y óptico

El purgador de principio **triboeléctrico** (fig. 278) reconoce y purga materias extrañas gruesas y finas independientemente del color, eliminándose a tiempo fibras no teñidas y perturbadoras. En cuanto las fibras pasan por el sensor, intercambian electrones con éste, produciéndose el llamado *efecto triboeléctrico*, que es medido continuamente por un sistema electrónico. Cuando una fibra sintética pasa por el electrodo del sensor, éste la detecta a causa de la diferencia de tensión triboeléctrica.

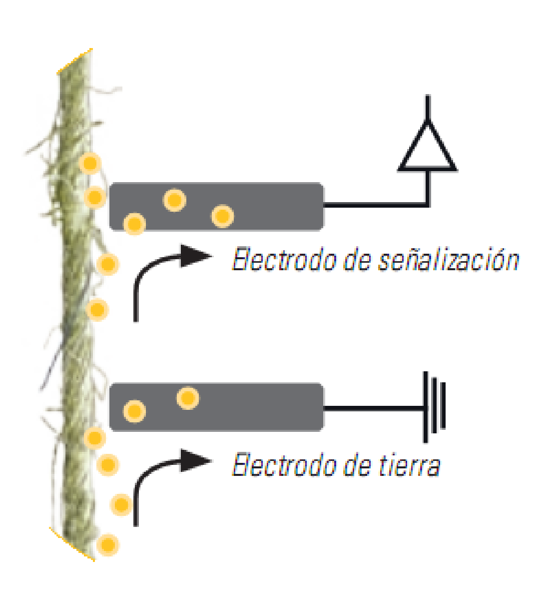


Fig. 278 Principio de funcionamiento del sensor triboeléctrico

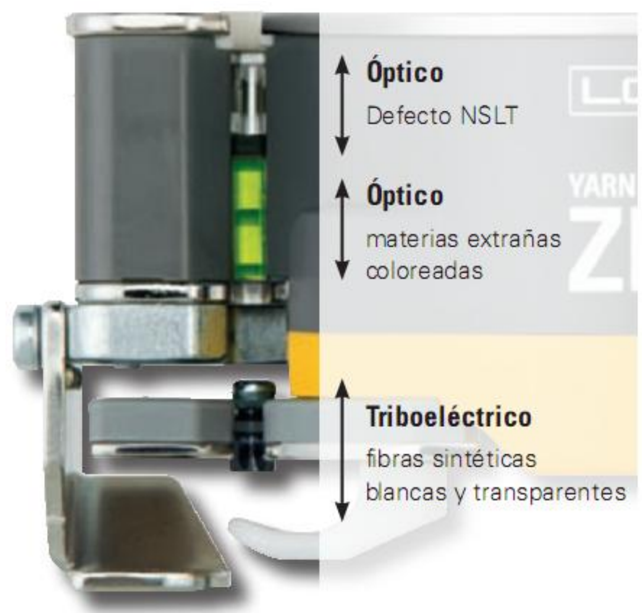


Fig. 279 Detalle del purgador YarnMaster®, de la marca Loepfe

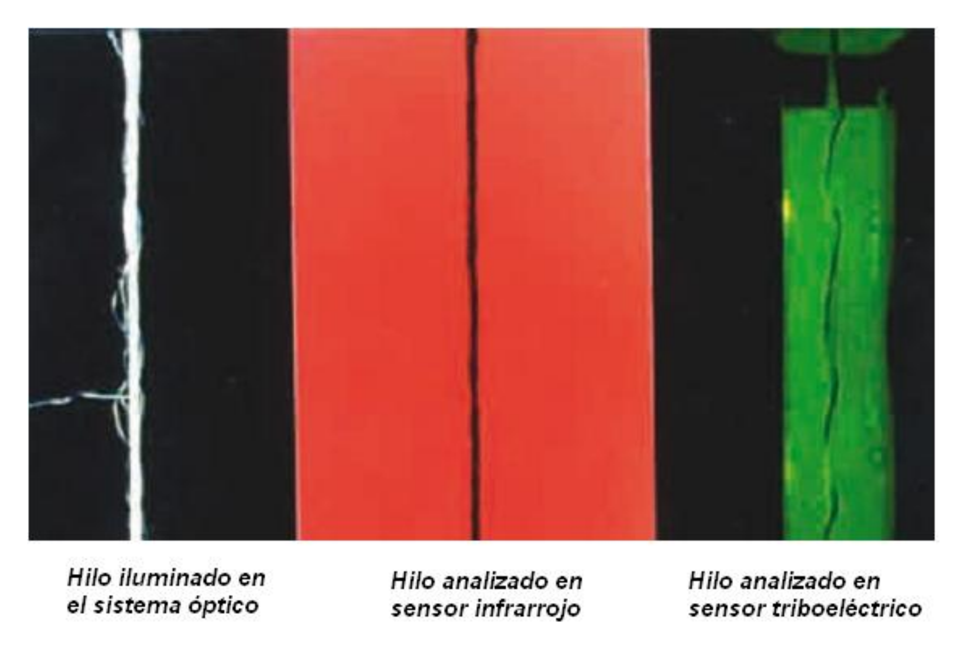


Fig. 280 Un hilo analizado con diferentes sensores

Purgado óptimo del hilo

El purgado óptimo de hilo se caracteriza por la mejor relación entre los defectos que aún pueden permanecer en el hilo y del número de nudos o empalmes que reemplazan los defectos de hilo eliminados. En la práctica preferiblemente se procede de la siguiente manera:

- Determinar primero el tipo y el tamaño de los defectos *molestos*. Se trata de aquel tipo de defecto el cual no puede tolerarse en el tejido terminado, así como también de defectos que influyen negativamente sobre los posteriores procesos de fabricación (por ejemplo: defectos muy cortos y relativamente gruesos que pueden ocasionar roturas de agujas).
- Analizar el número de nudos en el hilo purgado, el cual debe mantenerse lo más bajo posible, ya que el mismo influye sobre el rendimiento del proceso de fabricación.

Grado de limpieza del purgado

$$Grado\ de\ \lim pieza = \frac{Número\ de\ defectos\ objetables\ extraídos}{Número\ total\ de\ defectos\ objetables\ del\ hilo} \cdot 100$$

El grado de limpieza del purgado es dependiente del ajuste de sensibilidad del purgador: con una baja sensibilidad, sólo un bajo porcentaje de fallas del hilado serían retirados y el grado de limpieza será bajo. Con alta sensibilidad serán retirados casi el 100% de los defectos, incrementando el grado de limpieza al mismo tiempo casi al 100%. Sin embargo muchos defectos pequeños (pasables) serán extraídos y reemplazados por nudos, los cuales no representan ninguna ventaja. En esta situación el purgado es antieconómico.

Factor de nudo

$$Factor\ de\ nudo = \frac{Número\ de\ nudos\ en\ el\ hilo\ purgado}{Número\ de\ nudos\ justificados\ que\ reemplazan\ a\ defectos\ objetables} \cdot 100$$

El tecnólogo belga Campens ha formulado su *factor de nudo* (*fn*). Esto es la relación entre el número de nudos justificados o necesarios. Con baja sensibilidad el *fn* es prácticamente 1, porque el purgador sólo cortará si se encuentra algún hilo defectuoso.

Sin embargo, con alta sensibilidad el *fn* será más alto que 1 porque habrá más nudos que los necesarios (por reemplazar defectos que pueden ser tolerables, pero que debido al ajuste realizado en alta sensibilidad serán depurados).

EL SISTEMA USTER CLASSIMAT

El sistema USTER CLASSIMAT se compone tanto del procedimiento en sí como también de los dispositivos adecuados para la aplicación práctica de la clasificación de defectos del hilo y la que sirve para un control de calidad numérico y objetivo para obtener un purgado de hilo a medida, tanto en cuanto a calidad como también en cuanto a costos.

El objetivo del sistema Uster Classimat es clasificar los defectos en los hilos según su tamaño y longitud, además del grado de color para las materias extrañas.

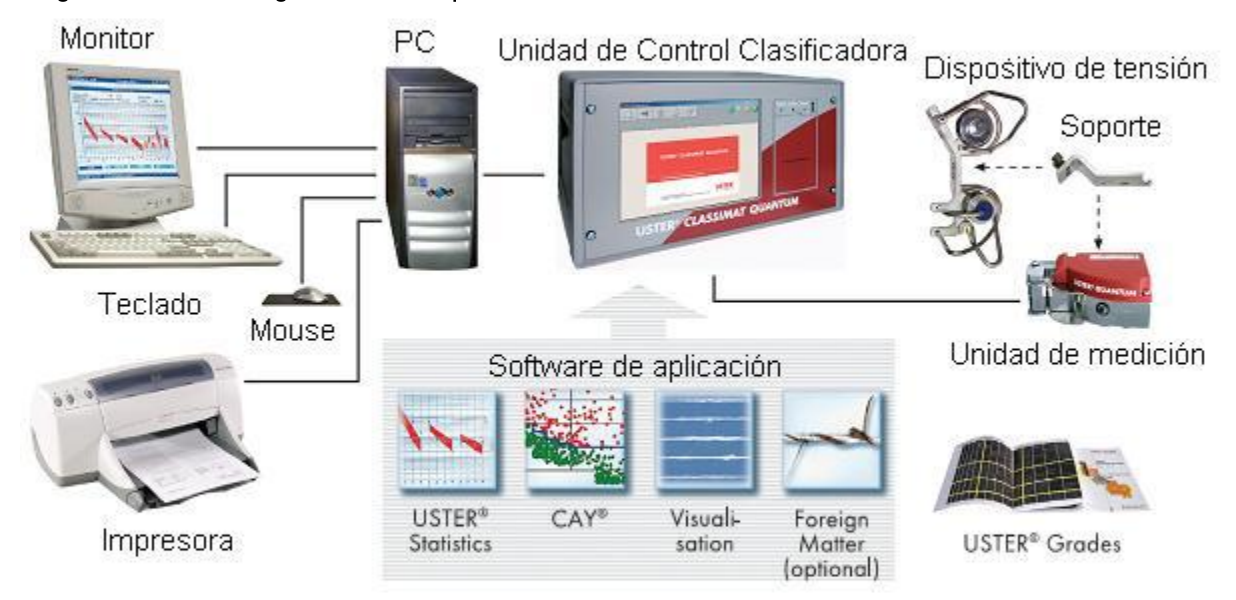


Fig. 281 Composición del sistema USTER CLASSIMAT

CLASIFICACION DE LOS DEFECTOS

Los defectos de hilo se definen por una dimensión transversal y una longitudinal. La dimensión transversal se indica como múltiplo del diámetro de base y la longitudinal en centímetros.

La definición de defectos de hilo según longitud y espesor induce a representar defectos de hilo en un sistema de coordenadas rectangulares. En el mismo, la longitud se representa como abscisa en dirección horizontal (eje X) y el espesor como ordenada en dirección vertical (eje Y). Esto permite dibujar cada defecto de hilo como un punto en el plano de coordenadas.

Además, el plano de coordenadas se puede subdividir en zonas individuales (clases), para reunir (clasificar) en grupos y contar las irregularidades semejantes de hilo. Con ello se considera otro punto de vista sumamente importante, el correspondiente a la frecuencia de defectos de la misma naturaleza

De esta manera, los defectos del hilo según su longitud y sección transversal se dividen en 23 clases diferentes:

- **Partes gruesas cortas**

  16 clases con los límites de 0,1 cm, 1 cm, 2 cm, 4 cm y 8 cm en cuanto a longitud y +100%, 150%, +250% y +400% en cuanto a sección. Las clases se denominan con A1 … D4. Las clases A4, B4, C4 y D4 contienen cada una todos los defectos que pertenecen a la correspondiente longitud y cuya sección sobrepasa +400% (esto quiere decir que dichas clases están abiertas hacia arriba).

Tamaño del defecto	A **0,1 – 1 cm**	B **1 – 2 cm**	C **2 – 4 cm**	D **4 – 8 cm**
+100% – +150%	A1	B1	C1	D1
+150% – +250%	A2	B2	C2	D2
+250% – +400%	A3	B3	C3	D3
> +400%	A4	B4	C4	D4

- **Hilos dobles**

  Son defectos muy escasos. Una clase denominada con la letra E corresponde a los defectos cuya longitud sobrepasa los 8 cm y cuya sección sobrepasa +100%. Esta clase está abierta hacia arriba y hacia la derecha.

Tamaño del defecto	**> 8 cm**
> +100%	E

- **Partes gruesas largas e hilos gruesos**

  Existen 2 clases limitadas entre +45% y +100% de sección. Se denominan con las letras F y G. La clase F abarca los defectos con una longitud entre 8 y 32 cm. La clase G contiene todos los defectos con una longitud mayor de 32 cm. Esta clase es abierta hacia la derecha.

Tamaño del defecto	**8 -32 cm**	**> 32 cm**
+45% – +100%	F	G

- **Partes delgadas largas**

4 clases con límites de 8 y 32 cm en cuanto a longitud y -30%, -45% y -75% en cuanto a sección; estas clases se denominan H1 … I2. Las clases I1 e I2 están abiertas hacia la derecha, es decir, contienen todas las partes delgadas entre -30% y -45%; y -45% y -75% respectivamente, las cuales tienen una longitud superior a 32 cm.

Tamaño del defecto	**8 -32 cm**	**> 32 cm**
-30% – -45%	H1	I1
-45% – -75%	H2	I2

Para la apreciación de defectos de hilo escasos la clasificación de partes delgadas con longitud menor a 8 cm es poco recomendable.

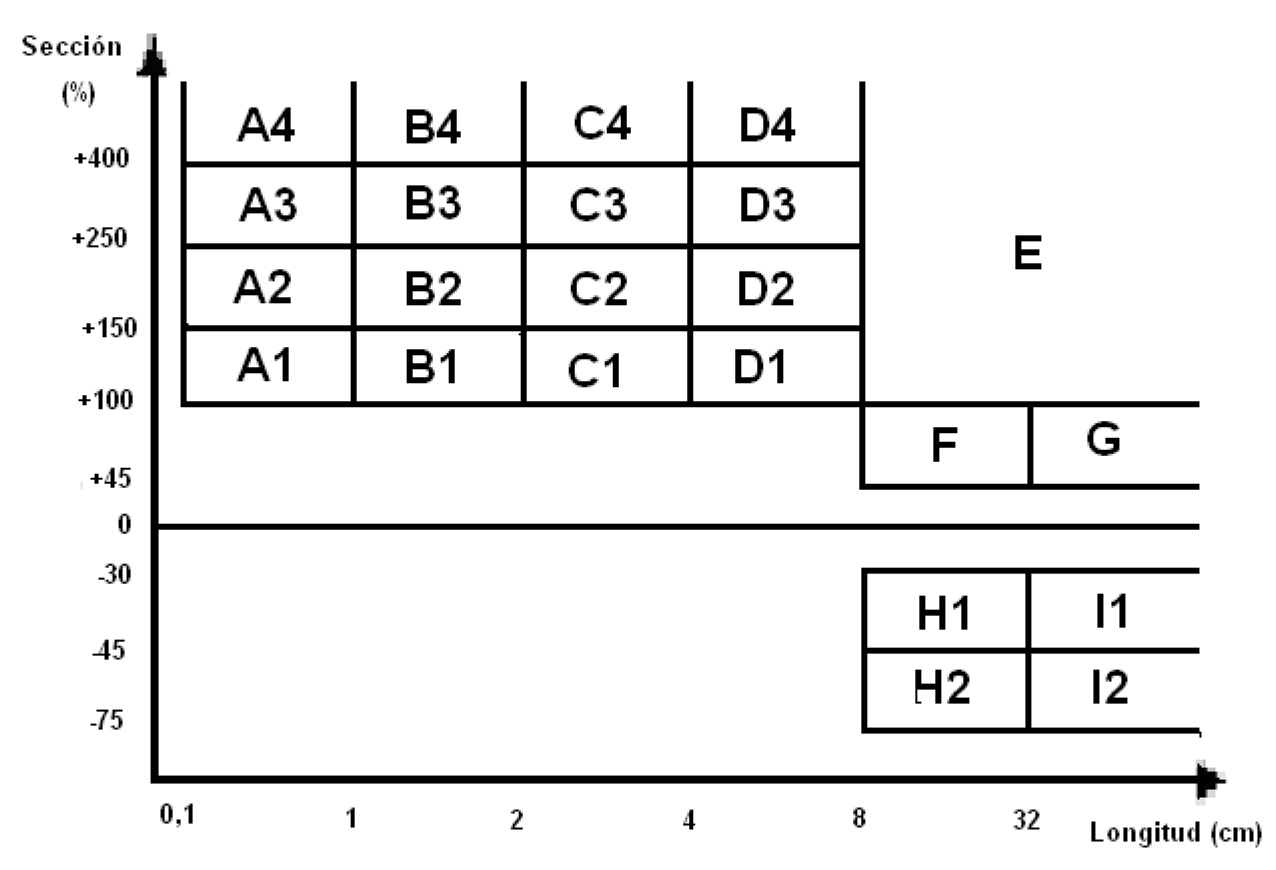


Fig. 282 Los defectos por variación de sección se evalúan según la matriz de defectos USTER CLASSIMAT

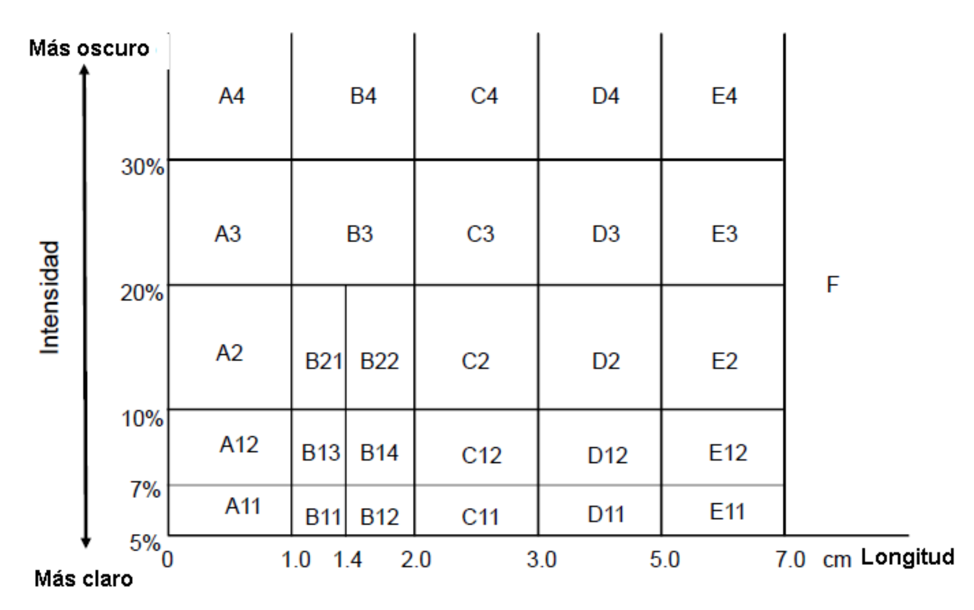


Fig. 283 Los defectos por materias extrañas se evalúan según la matriz de defectos USTER FOREIGNCLASS

CURVAS DE PURGADO

Al definirse los defectos tolerables y no tolerables, sobre el plano de coordenadas se realiza un trazado que separa a ambos tipos de defectos. Los defectos que se encuentren fuera de la curva serán eliminados en el purgado.

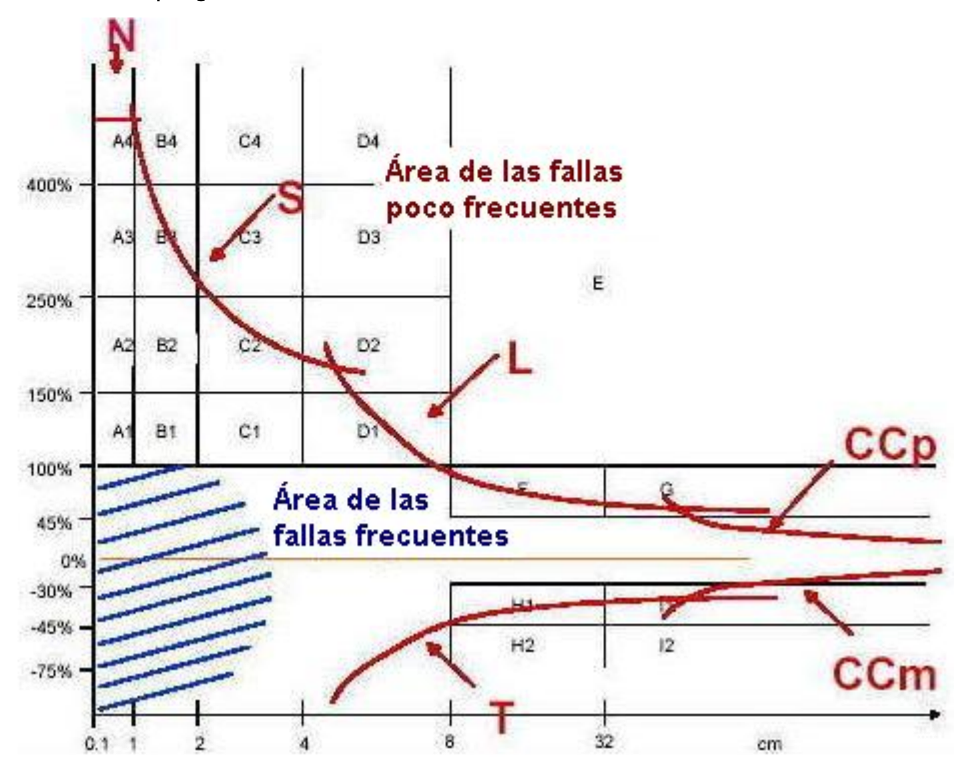


Fig. 284 Curva de purgado para las partes gruesas (NSL), partes delgadas (T) y desviaciones del título (CC)

Evaluación de las pruebas Classimat

El resultado de un análisis Classimat de hilo no purgado permite tomar las siguientes dos conclusiones:

- *Valoración de la calidad en cuanto a la frecuencia de defectos*. Mediante comparación con valores de experiencia propios o ajenos. En caso de una calidad no satisfactoria puede intervenirse en el proceso de fabricación del hilo.
- *Valoración de la calidad en cuanto al costo del purgado del hilo*. Con base en el protocolo Uster Classimat puede estimarse cuantos defectos molestos deben eliminarse durante el purgado y cuantos nudos adicionales se producirán en el hilo debido a la eliminación de tales defectos.

  Debe tenerse en cuenta que un número demasiado alto de nudos en el hilo dificulta los posteriores procesos de fabricación.

FRICCIÓN. DEFINICIÓN

Se define como fuerza de rozamiento o fuerza de fricción entre dos superficies en contacto a la fuerza que se opone al movimiento de una superficie sobre la otra (*fuerza de fricción dinámica*) o a la fuerza que se opone al inicio del movimiento (*fuerza de fricción estática*). Se genera debido a las imperfecciones, especialmente microscópicas, entre las superficies en contacto.

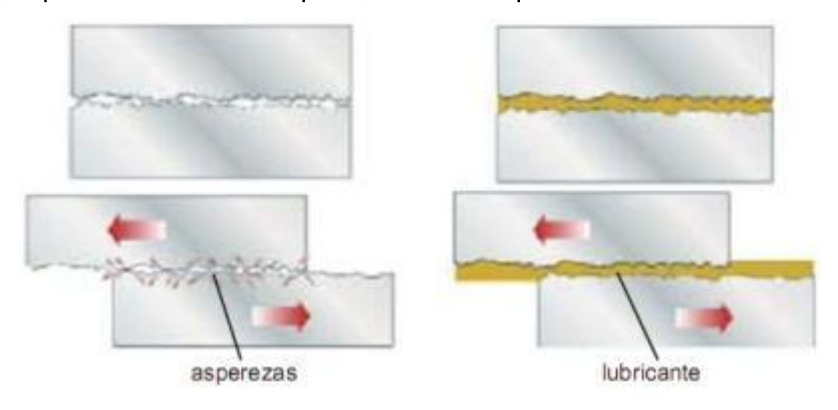


Fig. 285

LA FRICCIÓN EN LOS MATERIALES TEXTILES

En la figura 286 vemos un hilo que circula a través de un guía-hilo. Para que el hilo circule, hay que realizar un esfuerzo en un extremo en el sentido de circulación (sentido de la flecha). En el otro extremo se produce un esfuerzo de igual magnitud pero de sentido contrario, porque si no el sistema no estaría en equilibrio y el hilo se aceleraría constantemente: aumentaría su velocidad.

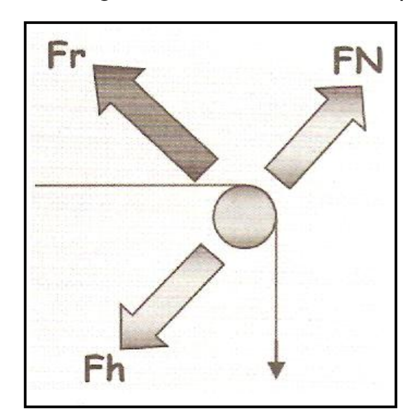


Fig. 286

Ahora trasladamos ambos esfuerzos al punto de contacto y calculamos la resultante, representada por Fh, o sea la fuerza que ejerce el hilo contra el guía-hilo.

Nuevamente, para que el sistema esté en equilibrio, es decir, que no se mueva el guía-hilo, tiene que haber un esfuerzo contrario a Fh al que denominamos FN, fuerza normal. Este último esfuerzo y el coeficiente de fricción, son los que producen la fuerza de rozamiento Fr, y ésta a su vez es perpendicular a la fuerza normal.

Por último, el coeficiente de fricción es igual al cociente de la fuerza de rozamiento y la fuerza normal.

$$\mu = \frac{Fuerza\ de\ rozamiento}{Fuerza\ normal} = \frac{Fr}{FN}$$

A partir de esta simple ecuación, se desarrolla la base matemática para medir el coeficiente de fricción.

Importancia de la fricción

El conocimiento del efecto de la fricción de las fibras es de gran importancia en la industria textil. En este sentido, debemos conocer dos aspectos principales:

- la fricción que ocurre entre la fibra y la superficie de diferentes materiales, y
- los efectos de fricción, que se producen entre diferentes fibras.

La fricción producida entre las fibras contribuye al mantenimiento de la forma de la estructura del tejido e, inclusive, juega un papel importante en la manipulación y caída de los tejidos.

En muchos de los procesos textiles, el hilo pasa a diferentes velocidades y por diferentes superficies, sea en forma de rodillos o de guía hilos. Estas superficies, a su vez, pueden ser de acero inoxidable, cromo, cerámica o plástico.

En conclusión, desde el punto de vista técnico, la fricción desarrollada por fibras e hilos determina el comportamiento de:

- la resistencia de los hilos,
- el acabado de hilos y tejidos, y
- la resistencia de tensión del hilo en el manejo de máquinas, como engomadoras, retorcedoras, bobinadoras, telares, tricotosas, etc.

Cálculo del coeficiente de fricción

Para determinar la tensión y el coeficiente de fricción, se utilizan los mismos cálculos aplicados a máquinas y mecanismos mecánicos. En la figura 287 se distingue una polea conductora unida por un hilo a una polea conducida. Para que el hilo no patine, debe estar tirante y esto somete a sus ramales superior e inferior a tensiones que se llamarán T_1 y T_2, respectivamente.

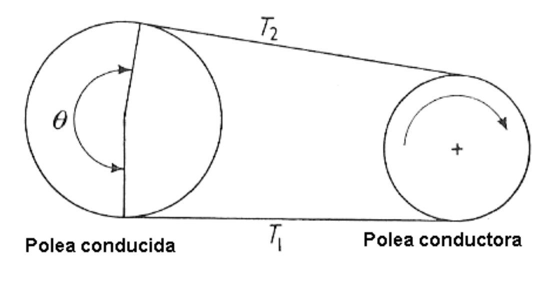


Fig. 287

El coeficiente de fricción dinámico para el rozamiento del hilo se calcula mediante la fórmula de Eytelwein, que se expresa como:

$$\frac{T_2}{T_1} = e^{\theta \mu}$$

Donde:

T_2 es la tensión de salida del hilo (cN)

T_2 es la tensión de entrada del hilo (cN)

θ es el ángulo entre el hilo y el material de rozamiento (rad)

μ es el coeficiente de fricción entre el hilo y el material de rozamiento.

Medición del coeficiente de fricción

El principio de medición es sencillo, según la fig. 288:

- Colocamos un cono de hilado (parafinado o no) en un porta cono cuyo hilo circula por el equipo de medición.
- Para que circule el hilado, el equipo cuenta con dos rodillos de tracción que lo impulsan.
- Cuando el hilo está circulando, le infligimos una tensión (regulador de tensión) que va a ser medida por el primer tensiómetro.
- Luego el hilo roza el elemento de fricción, en este caso un cilindro de acero, con un ángulo de contacto de 180°.
- Por último se mide la tensión después de producirse el rozamiento con el segundo tensiómetro.

Obtenido el promedio de cada tensiómetro, completamos la fórmula del rozamiento del hilo y calculamos el coeficiente de fricción.

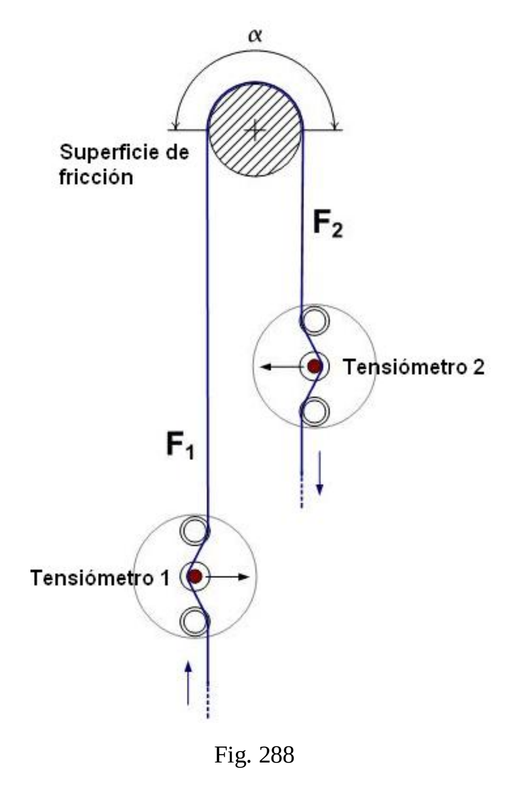


Fig. 288

Normas técnicas relacionadas

ASTM D 3108 *Standard Test Method for Coefficient of Friction, Yarn to Solid Material*

ASTM D 3412 *Standard Test Method for Coefficient of Friction, Yarn to Yarn*



Fig. 289 Fricciómetro Shirley

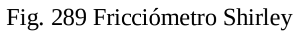




Fig. 290



Fig. 291Luego de obtenido el diagrama circular, se compara el tamaño de éste con una plantilla y se le asigna su coeficiente de fricción. A mayor diámetro del círculo, mayor será el valor de μ.

Algunos equipos para determinar el coeficiente de fricción hilo – material sólido (ASTM D 3108)

Fabricante	Equipo
LAWSON HEMPHILL	LH - 604
LENZING INSTRUMENTS	μ - meter
MESDAN LAB	Attrifil II
ROTHSCHILD	F-METER R-2088
SDL ATLAS	Y096A

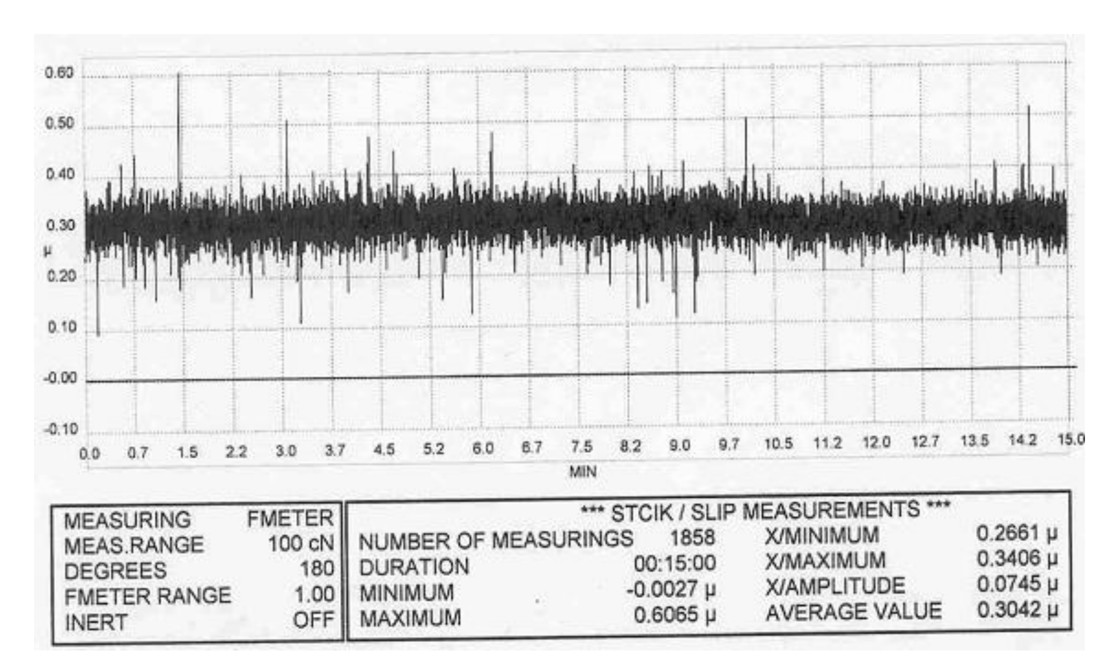


Fig. 292 Diagrama de variación del coeficiente de fricción del equipo F-METER R-2088 (Rothschild)

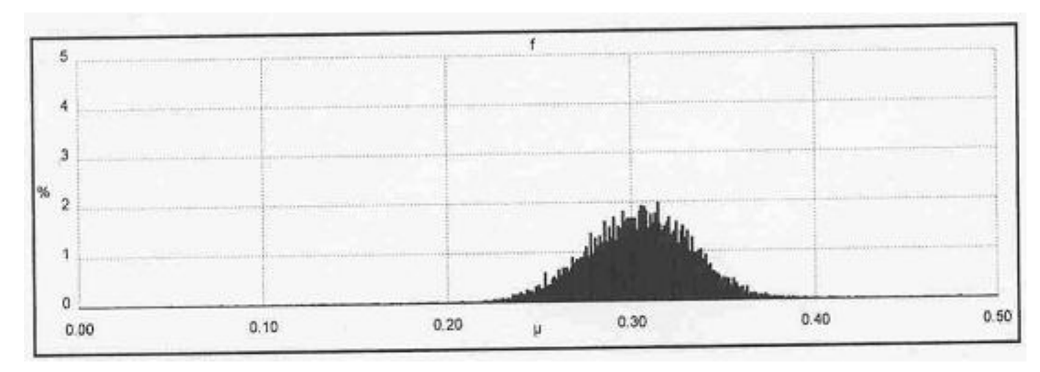


Fig. 293 Histograma de frecuencias del coeficiente de fricción del equipo F-METER R-2088 (Rothschild)

PARAFINADO DE HILOS

Introducción

La conversión de los hilos en tejidos requiere un procesado previo que permita su trabajo en las máquinas de tejer, durante los procesos previos y de formación del tejido aparecen diversos problemas de forma repetitiva. La fricción en el devanado y en un hilo tensado, el desgaste y la abrasión sufridos por el hilo y las guías, son comunes en todos estos procesos y tiene una gran importancia, pues determina la calidad del producto final. Para controlar la fricción tienen una gran importancia el uso de lubricantes y los acabados de los hilos.

Sea cual sea la construcción de un género de punto, sus características dimensionales vienen determinadas por la longitud del hilo en la malla. Variaciones en la tensión de entrada del hilo pueden alterar el tamaño de las mallas incrementando o disminuyendo su longitud, apareciendo en la prenda rayas que delatan los puntos de distinto tamaño, también se muestran irregularidades similares si el hilo presenta variaciones en la fricción aunque se mantenga constante la tensión de entrada, ya que la fricción afecta a la tensión soportada por los diferentes puntos de un mismo hilo y es la tensión la que determina la cantidad de hilo depositado alrededor de las agujas y por lo tanto la longitud del punto de las telas.

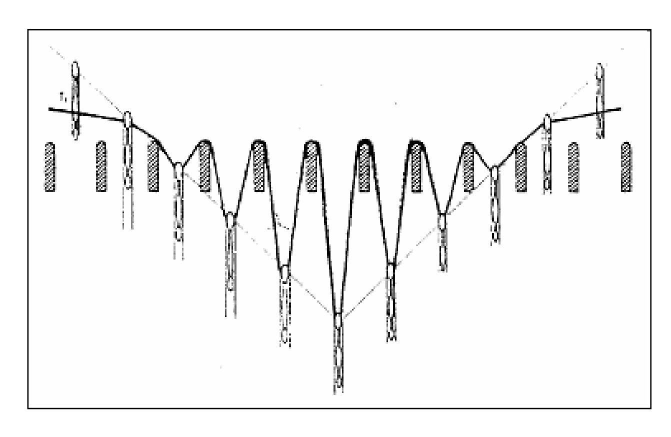


Fig. 294

Para obtener un tejido con un tamaño de punto uniforme el coeficiente de fricción del hilo debe ser uniforme y tener un valor en torno a 0,3. Un cambio brusco en la tensión puede producir la rotura del hilo y pequeñas variaciones de la tensión en cortos periodos de tiempo pueden producir puntos de distinto tamaño, apareciendo como defectos en la prenda.

Por otro lado si la fricción es elevada se incrementa la abrasión y el desgaste de las guías, este fenómeno es muy importante sobre todo cuando se usan hilos compuestos por materias sintéticas. El método más empleado para reducir los efectos abrasivos de los hilos sobre las máquinas es la aplicación de lubricante, éste ayudará a mantener el flujo constante del hilo a través de las distintas partes de las máquinas.

CONCEPTO

El parafinado se define como el depósito de parafina en el hilo para lubricarlo, reduciendo al mínimo su coeficiente de fricción con las partes con las cuales entran en contacto.

Esta operación suele realizarse en los hilos destinados a ser procesados en las máquinas de género de punto y se lleva a cabo en la bobinadora.

OBJETIVOS

Es fundamental para el tejedor conseguir una tensión uniforme del hilo que entra en la máquina de tejer. En caso contrario, a mayor tensión, mayor fricción y por ende mayor deformación de la malla (tejido).

Además se parafina para:

- Disminuir la formación de polvillo y de pelusa en los elementos que conducen el hilo
- Disminuir la carga estática
- Aumentar la longevidad de las agujas en las máquinas de género de punto.

LA PARAFINA

La parafina, descubierta en 1829 por Reichenbach en el alquitrán de la madera, a la que denominó *zokerita*, se obtiene actualmente a partir de los aceites del petróleo. Una pastilla de parafina pura está compuesta por una mezcla de hidrocarburos saturados de cadena abierta (alcanos), de pesos moleculares elevados, caracterizados por su poca afinidad a los agentes químicos, insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos.



Fig. 295

Las cicloparafinas o hidrocarburos saturados de cadena cerrada resultan estables a partir de cinco carbonos. Tienen una densidad mayor que las parafinas, aunque inferior a la del agua y son solubles en disolventes orgánicos.

Para su uso en la industria textil se le adicionan colorantes a esa mezcla de hidrocarburos para diferenciarlas: emulsionantes (para facilitar su eliminación en el lavado industrial), antiestáticos, estabilizadores, productos que las hacen

solubles, etc. Evidentemente, estos aditivos confieren propiedades específicas a los rodillos de parafina y los diferencian en el mercado por su calidad y precio.

El contenido mínimo de parafina pura debe ser del 90%, reservando, como máximo, un 10% para los productos auxiliares.

Los requisitos que deben cumplir los rodillos de parafina son:

- Reducir a la mitad, aproximadamente, el coeficiente de fricción dinámico fibra-metal.
- Reducir la formación de micro y macropolvo.
- No degradarse con el tiempo.
- No reaccionar con las fibras, con los órganos de las máquinas o con los productos químicos auxiliares usados en la producción de fibras, en la hilatura y en la tejeduría y
- Ser hidrosolubles o eliminables fácilmente en un lavado industrial con emulsionantes. Una irregular eliminación de la parafina puede dar lugar a tinturas defectuosas a causa de una afinidad tintórea modificada.

Los puntos de fusión de las parafinas sólidas varían, normalmente, entre 55 y 75 grados Celsius. Para temperaturas de trabajo inferiores a los 30º C se recomiendan parafinas con puntos de fusión entre 55 y 58º C. Para temperaturas superiores se emplean con parafinas con puntos de fusión entre 59 y 62º C.

El contenido de aceite de una parafina es uno de los parámetros a considerar por los problemas que puede ocasionar en el bobinado, en la tintura y en el acabado de los tejidos. Se puede añadir hasta un 5% de aceite a la parafina para regular su viscosidad.

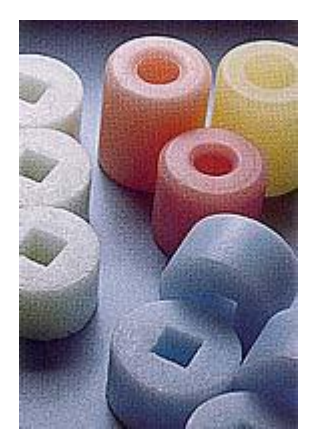


Fig. 296

La dureza se mide mediante la penetración de una aguja, en décimas de milímetro, bajo una carga determinada. A la temperatura de 25º C las durezas varían de 10 a 30. Un aumento en el contenido de aceite, aumenta la penetración (disminuye la dureza).

La viscosidad de una parafina se mide con un viscosímetro Engler a 100º C. Se trata de una viscosidad absoluta dinámica. Los valores normales varían entre 3 y 5 *centipoises*, que representa las veces que la parafina es más viscosa que el agua a 20º C. Las parafinas con elevada viscosidad provienen de hidrocarburos de cadenas largas y muy ramificadas. Los microcristales se agregan en configuraciones amorfas y muy densas. Las parafinas de baja viscosidad son de cadena corta y poco ramificada, de estructura cristalina y con un bajo grado de agregación de los microcristales. La temperatura aumenta exponencialmente la viscosidad de una parafina. Para minimizar la influencia de la temperatura era normal, en algunas industrias, utilizar las denominadas parafinas de verano y de invierno, adecuadas a las condiciones climatológicas. Actualmente, los fabricantes de parafina tienen en el mercado las parafinas de uso universal, menos sensibles a los cambios de temperatura.

Una parafina ideal tendrá poca penetración (dura) y baja viscosidad para que su aplicación sea más fina y uniforme.

Las parafinas tienen una mala conductividad térmica (especialmente en invierno) por lo que es conveniente acondicionar las pastillas de parafina en la sala de trabajo, un mínimo de 24 horas antes de su utilización.

Las parafinas emulsionables (solubles) forman emulsiones estables, por encima del punto de fusión, al lavar los tejidos en medio alcalino. No deben depositarse sobre el tejido. Podemos mejorar la emulsionabilidad de una parafina añadiendo del 10 al 15% de aminas de ácidos grasos y/o ceras de polietileno. Se han desarrollado mucho las parafinas ecológicas, que son biodegradables, y cumplen los requisitos Oeko-Tex Standard 100.

Es fundamental regular el tamaño de las partículas de parafina depositadas sobre el hilo. Partículas de gran tamaño, dan grandes variaciones en el coeficiente de fricción y ensucian las máquinas.

Al aumentar el porcentaje de parafina depositado sobre un hilo, disminuye el coeficiente de fricción, hasta concentraciones del orden de 4 gramos de parafina por kilo de hilo. Superada esta concentración, el coeficiente de fricción se eleva rápidamente, para estabilizarse para altas concentraciones.

El parafinado líquido da también buenos resultados, especialmente para hilos de coser. Se aplica una mezcla de ceras, siliconas y aditivos para obtener hilos de coser con coeficientes de fricción muy regulares.

Clasificación de los rodillos de parafina

- Por el punto de fusión.
- Por su dureza.
- Por la forma y el tamaño, que depende de la máquina donde van a ser usados. Cualesquiera sean las dimensiones y geometría, éstas deben ser precisas, sin defectos de fundición.
- Por la solubilidad en agua, hay parafinas con agregado de aditivos que producen que las mismas sean solubles en agua caliente (más de 70°C).
- Cualidades particulares, como propiedades suavizantes – cuando está aditivada para *suavizar* el hilado al tacto – o propiedades antiestáticas, para hilados sintéticos que generan indeseable carga estática.
- Por el color, que normalmente se adiciona para poder identificar las distintas fórmulas.

Dureza de la parafina

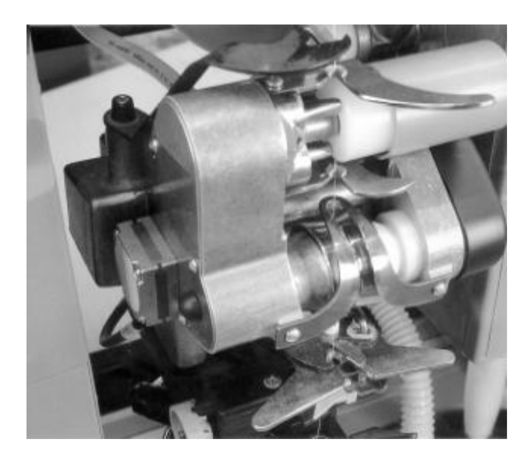


Fig. 297

El aporte de parafina por masa de hilado es constante (para un mismo tipo de construcción: convencional, rotor, compacto, etc.), esto quiere decir que es igual para títulos finos y gruesos. Lo que no es igual, es el aporte de parafina por metro lineal de hilado. La razón es sencilla: un hilado grueso tiene mucha más masa lineal que un hilado fino, por ende el aporte de parafina por metro de hilado es mayor.

Por ello, cuando se parafina un hilo grueso, hay que aportar más parafina por metro de hilado y cuando se parafina un hilado fino hay que hacer exactamente lo contrario.

Por otro lado, la fuerza que ejerce la parafina sobre el hilo generalmente es constante (salvo que el parafinador sea por gravedad), o sea la misma para hilos gruesos y finos, la misma mientras se va consumiendo la parafina también.

Lo que varía es la superficie de contacto de la parafina con el hilo. Porque un hilado grueso, al tener más masa lineal, tiene más superficie. Y si la fuerza es constante, la presión es menor (presión es igual al cociente de la fuerza por la superficie). Entonces más superficie, menos presión y viceversa.

Segunda conclusión, el parafinador produce a través del rodillo de parafina una presión menor en un hilado grueso y una presión mayor en un hilado fino.

¿Entonces, cómo logramos que un hilado grueso, con poca presión de la parafina logre un buen consumo de ésta? La solución se logra ablandando la misma. Caso contrario, el del hilado fino, con una gran presión de la parafina, hay que bajar el consumo con una parafina dura.

La dureza de la parafina se mide en un durómetro según la norma ASTM D 1321 (*Standard Test Method for Needle Penetration of Petroleum Waxes*) y la unidad de medida es 0,1 mm, o sea décimas de milímetro.

Los valores normales de dureza para una parafina varían de 10 décimas – que corresponde a una parafina dura – a 25 décimas, que corresponde a una parafina blanda.

¿Cuándo un hilo ha sido óptimamente parafinado?

- Cuando la deposición de parafina es homogénea y uniforme.
- Cuando el coeficiente de fricción del hilo disminuye a la mitad del mismo sin parafinar. Según es sabido, el valor del coeficiente de fricción del hilo parafinado no es constante, ya que depende de la cantidad de parafina que se deposita alrededor del hilo. En la fig. 298, el parafinado óptimo es el que se observa en el nivel **II**.

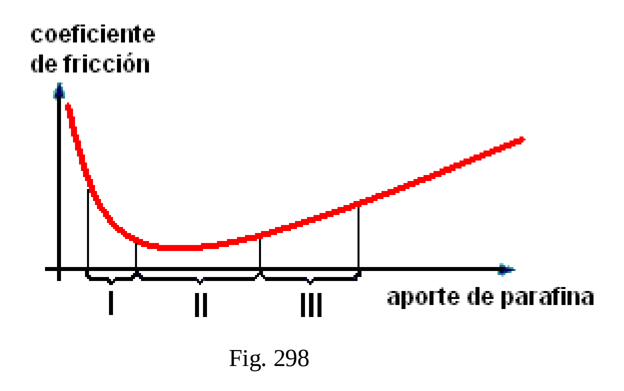


Fig. 298

- Cuando el consumo de parafina se encuentra entre ciertos rangos que dependen del tipo de hilo, las condiciones de almacenamiento, la oportunidad de uso y la aplicación final. Utilizando parafinas y formulaciones adecuadas se obtienen hilados óptimamente parafinados, con consumos muy reducidos.

El parafinado correcto se obtiene ajustando adecuadamente el dispositivo parafinador de la conera y utilizando anillos de parafina con los requisitos necesarios.

Comparación de un hilado no parafinado versus hilados parafinados. Interpretación de datos

A continuación, podemos apreciar la interpretación de los datos obtenidos de un fricciómetro según la fig. 299.

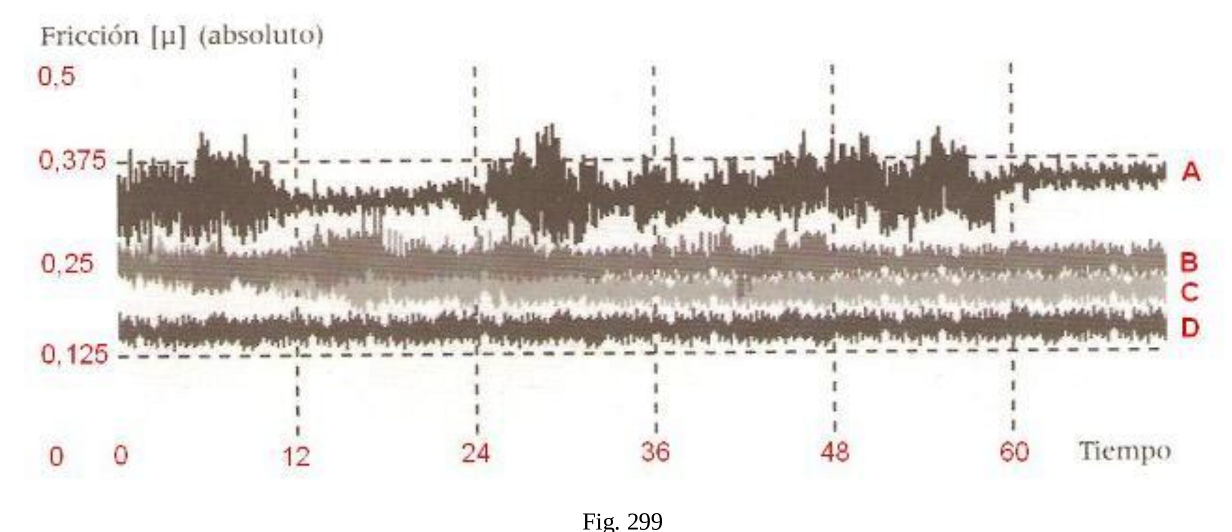


Fig. 299

Se aprecia un gráfico con 4 curvas, que se identifican por las letras A, B, C y D. La curva **A** (superior) corresponde al hilado sin parafinar, porque es la que tiene el coeficiente de fricción más alto. También la podemos identificar por la gran irregularidad que presenta el valor de μ.

La curva **B**, que está por debajo de la anterior, corresponde a un hilado con un parafinado insuficiente, el coeficiente de fricción es mejor que la curva anterior, pero sigue siendo no apto.

La tercera curva, **C**, corresponde a un hilado con exceso de parafina. Obsérvese que el coeficiente de fricción comienza elevado (como la curva del hilado con parafinado insuficiente) y va disminuyendo, pero lamentablemente no se llega a valores ideales.

Por último, la curva inferior o **D**, representa la curva de un hilado bien parafinado. Nos damos cuenta porque el coeficiente de fricción es óptimo.

Aporte típico de parafina

- El hilado convencional de algodón y algodón/poliéster tiene un aporte típico de 1 a 2 gramos de parafina por kilogramo de hilado.
- El hilado convencional de lana/acrílico/viscosa tiene un aporte típico de 2 a 3 gramos de parafina por kilogramo de hilado.
- El hilado de rotor de algodón y algodón/poliéster tiene un aporte típico de 0,5 a 1 gramo de parafina por kilogramo de hilado.

POSIBLES CAUSAS DEL BAJO CONSUMO DE PARAFINA

Tipo de parafina.- El tipo de parafina que se está empleando no es el adecuado para las condiciones de temperatura actuales.

Falla mecánica.- En este caso la causa es ajena al tipo de parafina y depende únicamente del estado de la bobinadora y sus diferentes partes mecánicas como son:

- Discos mal ubicados
- Husos movidos
- Falta de repuestos
- Tensión del hilo

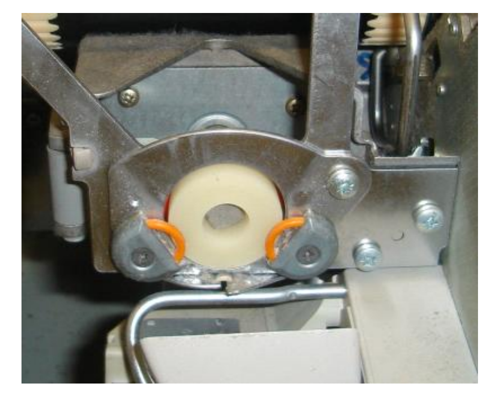


Fig. 300

Mala regulación.- En su mayoría el poco consumo es porque los topes de parafina están mal regulados.

Tipo de fibra.- El tipo de fibra que se está trabajando tiene mucha importancia ya que tenemos fibras más ásperas que necesitan más consumo.

Consecuencias del bajo consumo de parafina

- **Roturas de hilos**

  El hilo, al no tener la suficiente deposición de parafina no se puede deslizar con normalidad a causa de su aspereza, produciendo roces y rompiéndose continuamente.

- **Rotura de agujas**

  Los hilos al hacer esfuerzo para deslizarse estos chocan con las agujas produciendo la rotura de éstas.

- **Formación de pelusa**

  Al ser más áspero el hilado, tiene fibras sueltas las cuales poco a poco se van soltando y acumulando, obstruyendo los purgadores, evitando el pase del hilo y ocasionando roturas.

MÉTODO DE DETERMINACIÓN DEL CONSUMO DE PARAFINA

1. Determinar pesos iniciales

- Tomar 10 conos vacíos (tara) y 10 rodillos de parafina.
- Codificar cada cono para cada parafina y pesar cada uno de ellos.
- Tomar nota de cada uno de estos pesos.

2. Parafinar los hilos

- Llevar los conos y los rodillos a la bobinadora, enseguida colocar cada cono con su respectiva parafina en un determinado cabezal.
- Iniciar el bobinado
- Luego de determinado tiempo, retirar de la bobinadora los conos (ya con hilo) y sus rodillos de parafina respectivo.

Nota: el consumo de parafina se puede determinar cuando el cono está lleno o a cualquier cantidad.

3. Determinar pesos finales

- Pesar los conos y los anillos de parafina, donde:

  Consumo de parafina (g) = Peso inicial de rodillo (g) – peso final de rodillo (g)

  Cantidad de hilo (g) = Peso final de cono (g) – peso inicial de cono (g)

  Cantidad de hilo (km) = (Ne del hilo x cantidad de hilo (g)) / 590

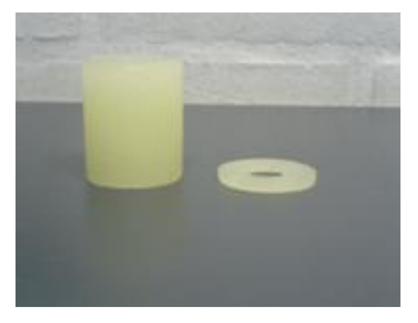


Fig. 301

4. Determinar consumo de parafina

- Con los datos obtenidos hallar el consumo de parafina, que será:

$$Consumo\ de\ parafina\,(g/kg) = \frac{Consumo\ de\ parafina\,(g) \cdot 1000}{Cantidad\ de\ hilo\,(g)}$$

$$Consumo\ de\ parafina\,(g/100\ km) = \frac{Consumo\ de\ parafina\,(g) \cdot 100}{Cantidad\ de\ hilo\,(km)}$$

5. Tomar decisiones de acuerdo a los estándares determinados.

CONTROL DE CONSUMO DE PARAFINA

Ne : 30/1 **CONERA** : Murata

MATERIAL : Alg. orgánico **COLOR DE PARAFINA** : Rojo

N° de cono	Peso de rodillo (g)		Consumo de parafina (g)	Peso de cono (g)		Cantidad de hilo		Consumo (g) de parafina	
	Inicial	Final		Inicial	Final	g	km	por kg de hilo	por 100 km de hilo
1	35,92	32,00	3,92	31,37	2200	2168,63	110,27	1,81	3,55
2	35,91	30,05	5,86	29,65	2100	2070,35	105,27	2,83	5,57
3	35,21	30,51	4,70	30,23	2140	2109,77	107,28	2,23	4,38
4	36,34	31,69	4,65	28,45	2140	2111,55	107,37	2,20	4,33
5	36,14	31,48	4,66	29,84	2240	2210,16	112,38	2,11	4,15
6	35,45	30,00	5,45	29,57	2220	2190,43	111,38	2,49	4,89
7	35,51	30,61	4,90	30,77	2300	2269,23	115,38	2,16	4,25
8	35,19	28,13	7,06	30,40	2280	2249,60	114,39	3,14	6,17
9	36,16	31,86	4,30	29,67	2240	2210,33	112,39	1,95	3,83
10	36,04	29,05	6,99	31,03	2220	2188,97	111,30	3,19	6,28
							$\bar{x}$	2,41	
							CV%	19,1	

BIBLIOGRAFÍA

- Booth, J. E. *Principles of textile testing*. Heywood Books; 1968.
- Bulletin PLATT. Volume 11 Number 9.
- Carissoni, Ezio; Dotti, S; Fleiss, F; Petaccia, L; Pieri, L. *La filatura*. Fondazione ACIMIT. 2002.
- Hunter, L. *The production and properties of staple-fibre yarns made by recently developed techniques*. The Textile Institute Manchester. 1978.
- López-Amo Marín, Federico; Serrano, J. *Puntos notables en las curvas Torsión-Resistencia de los hilos*. Trabajo de Investigación. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Marsal Amenós, Feliú. *Gestión de la producción y de la calidad en la hilatura de fibras cortas*. Asociación de Investigación de la Industria Textil, 2003.
- Marsal Amenós, Feliú. *Gestión de la producción y de la calidad en la hilatura de fibras largas*. Asociación de Investigación de la Industria Textil.
- Marsal Amenós, Feliú. *Proyectación de hilos*. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Marsal Amenós, Feliú; Palet, D. *Caracterización de los hilos*. Universitat Politècnica de Catalunya. 1997.
- N. Schlumberger & Cie. *De la fibra al hilo*.
- Palma Morón, Felipe. *Operaciones fundamentales en la hilatura de fibras textiles*. Hespérides, 1994.
- Pey Cuñat, Antonio. *Hilatura del algodón*. Universitat Politècnica de Catalunya, 1987.
- SENATI. *Tecnología II. Control de Calidad Textil*. 1994.
- SENATI. Unidad Didáctica Autoeducativa *Densidad lineal*.
- *Textiles Terms and Definitions*. The Textile Institute, 1975.
- Uster Technologies Inc. *Entrenamiento de instalación del Uster Tensojet.*
- Uster Technologies Inc. *Entrenamiento de instalación del Uster Tensorapid 3.*
- Zellweger Uster. *Manual de operatividad y mantenimiento del Uster Dynamat II*.
- Zellweger Uster. *Uster News Bulletin*. Volúmenes varios.

FUENTES ELECTRÓNICAS

- *Count conversion calculator* [en línea]. Consultas varias. <http://texogenic.com/texogenic/Tools/Yarn/YarnConversion.aspx>
- *Diccionario de la Real Academia Española* [en línea]. Consultas varias. <http://www.rae.es/rae.html>
- *La industria textil* [en línea] <http://fidel-lockuan.webs.com> [consulta: 05 de diciembre de 2011]
- *Rikipedia* [en línea] <http://www.rieter.com/en/rikipedia/navelements/mainpage/> [consulta: 11 de setiembre de 2012]
- *Wikipedia, la enciclopedia libre* [en línea]. Consultas varias. <http://es.wikipedia.org>